

**VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky**

**Využití jazyka VBA pro zpracování a prezentaci výsledků měření v  
elektroenergetice**

**VBA Utilization for Power Engineering Data Processing and  
Presentation**

.

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Michal Štěpán**  
Studijní program: N2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika  
Téma: **Využití jazyka VBA pro zpracování a prezentaci výsledků měření v elektroenergetice**  
**VBA Utilisation for Power Engineering Data Processing and Presentation**

Zásady pro vypracování:

1. Charakteristika vstupních dat podniků distribuujících energie
2. Návrh výstupních sestav – graficky i numericky
3. Volba vhodného nástroje (ů) pro zadávání, zpracování a prezentaci výsledků dat z měření (VBA, SQL, Access, Oracle, C#)
4. Porovnání navrženého řešení s ostatními komerčními produkty používanými v této oblasti
5. Zhodnocení použitého řešení

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] Moravec, M.: Měření a zpracování informací. Skriptum ČVUT Praha 1984.
- [2] Pokorný, M., Kozub, R.: Statistické zpracování měřených dat I. Skriptum VŠB, 1998.
- [3] Kras, P.: Programování v MS Office: Visual Basic pro Excel a Access. Fragment Praha 2000.
- [4] Brož, M., Bezvoda, V.: Microsoft Excel : vzorce, funkce, výpočty. Computer Press 2006.
- [5] Walkenbach, J.: Microsoft Office Excel 2003 - programování ve VBA. Computer Press 2006.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

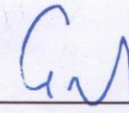
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimír Král, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012

  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry



  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

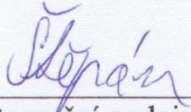
## Prohlášení studenta

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

## Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval především své milované manželce Ing. Monice Štěpánové za podporu při tvorbě této práce a celkovou podporu při studiu. Zároveň děkuji svému vedoucímu práce Ing. Vladimíru Královi, Ph.D., který i přes svoji dovolenou si na mě vždy našel čas. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Slavíkovi za velmi dobré poznámky při tvorbě programu a Mgr. Pavlovi Košařovi a Bc. Jiřímu Skřivánkovi za poznámky k textu. Děkuji.

Ve Frýdku-Místku dne 14. 8. 2012



---

vlastnoruční podpis autora

## **Abstract**

The aim of this diploma thesis is to present the possibility of processing energetics data with the help of the VBA language. The first chapters deal with energetics from the global point of view. Energy sources in the EU and especially in the Czech Republic are discussed here. In the next chapters, database systems and the VBA language are described. The last part of the thesis deals with the possibility of using the program MS Excel 2010 for entering and viewing data and storing them in the database system SQL Express 2008 R2. A solution for small businesses is described here with a design of input and output reports.

## **Abstrakt**

Cílem této diplomové práce je předvést možnost zpracování dat v energetice pomocí jazyka VBA. První kapitoly pojednávají o energetice z globálního hlediska. Jsou zde diskutovány zdroje energie v EU a zvláště pak v České republice. V dalších kapitolách se zabývám popisem databázových systémů a jazyka VBA. Poslední část práce se zabývá možnostmi využití programu MS Excel 2010 pro zadávání a zobrazování dat s ukládáním dat do databázového systému SQL Express 2008 R2. Je zde popsáno řešení pro malé podniky s návrhem vstupních i výstupních sestav.

### **Key Words:**

Visual Basic for Applications, Production and distribution of energy, Database systems, Cogeneration, MS Excel, Input and output reports, Energetic software.

### **Klíčová slova:**

Visual Basic for Applications, výroba a distribuce energie, databázové systémy, kogenerace, MS Excel, vstupní a výstupní sestavy, software pro energetiku.

## Seznam použitých symbolů a zkratek

Označení	Název	Jednotka
<i>ADO</i>	ActiveX Data Objects	
<i>BASIC</i>	Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code	
<i>Btu</i>	British Thermal Unit	
<i>CO</i>	Oxid uhelnatý	
<i>CO<sub>2</sub></i>	Oxid uhličitý	
<i>D°</i>	Denostupeň	
<i>DAO</i>	Data Access Objects	
<i>DBMS</i>	Database management system	
<i>DBS</i>	Database system	
<i>DDL</i>	Data definition language	
<i>DML</i>	Data manipulation language	
<i>EC</i>	Evropská komise	
<i>E<sub>ciz</sub></i>	Elektřina prodaná externím odběratelům	(MWh)
<i>E<sub>dist</sub></i>	Elektřina odebrána od výrobce přímo připojeného k výrobně	(MWh)
<i>E<sub>dod</sub></i>	Dodávka elektrické energie do sítě	(MWh)
<i>E<sub>do</sub><sup>přev</sup></i>	Převod elektřiny do jiné výroby	(MWh)
<i>E<sub>ext</sub></i>	Elektřina nakoupená od externího dodavatele přímo připojeného k výrobě	(MWh)
<i>EIA</i>	Energy Information Administration	
<i>E<sub>inv</sub></i>	Spotřeba elektřiny pro investiční výstavbu a projekty	(MWh)
<i>E<sub>ost</sub></i>	Spotřeba elektřiny pro ostatní účely	(MWh)
<i>ERÚ</i>	Evropský regulační úřad	
<i>ES</i>	Evropská směrnice	
<i>E<sub>sit'</sub></i>	Saldo elektřiny dodané do sítě	(MWh)
<i>E<sub>sit'</sub><sup>dod</sup></i>	Dodávka elektřiny do sítě	(MWh)
<i>E<sub>sit'</sub><sup>odb</sup></i>	Odběr elektřiny ze sítě	(MWh)
<i>E<sub>sp</sub></i>	Elektřina spotřebovaná	(MWh)
<i>E<sub>sp2</sub></i>	Spotřeba elektrické energie v sekundárním okruhu	(MWh)
<i>E<sub>sp</sub><sup>komp</sup></i>	Spotřeba elektřiny na kompenzaci vodní elektrárny	(MWh)
<i>E<sub>spl</sub></i>	Spotřeba elektřiny v primárním okruhu	(MWh)
<i>E<sub>sp</sub><sup>přeč</sup></i>	Spotřeba elektřiny na čerpání přečerpávající vodní elektrárny	(MWh)
<i>E<sub>sv</sub></i>	Celková svorková výroba elektrické energie generátory	(MWh)
<i>E<sub>sv</sub><sup>dg</sup></i>	Výroba elektřiny v diesel generátorech	(MWh)
<i>E<sub>sv</sub><sup>kvet</sup></i>	Elektrická energie vyrobená z kombinované výroby elektřiny a tepla	(MWh)
<i>E<sub>sv</sub><sup>par</sup></i>	Svorková výroba elektrické energie parními turbínami	(MWh)
<i>E<sub>sv</sub><sup>prút</sup></i>	Svorková výroba elektrické energie generátory vodní elektrárny	(MWh)
<i>E<sub>sv</sub><sup>přeč</sup></i>	Svorková výroba elektrické energie generátory vodní přečerpávací elektrárny	(MWh)

$E_{sv}^{sp}$	Svorková výroba elektrické energie spalovacími motory nebo turbínami	(MWh)
$E_{tep}$	Spotřeba elektrické energie na dodávku teplárenského tepla	(MWh)
$E_{tep}^{před}$	Spotřeba elektřiny na předání tepla do sítě	(MWh)
$E_{tep}^{vyr}$	Spotřeba elektřiny na výrobu teplárenského tepla	(MWh)
EU	Evropská unie	
$E_{vs}$	Vlastní spotřeba elektrické energie na dodávku elektrické energie do distribuční sítě	(MWh)
$E_z^{dod}$	Dodávka elektřiny ze zdroje	(MWh)
$E_z^{přev}$	Převod elektřiny z jiné výroby	(MWh)
GJ	Giga joule	
HTML	HyperText Markup Language	
KJ	Kogenerační jednotka	
$m^2$	Metr čtvereční	
$m^3$	Metr krychlový	
MOX	Mixed oxide fuel	
$M_{pali}$	Spotřebované množství i-tého paliva	(t)
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu	
$m_x$	Koeficient normy emisí znečišťující látky x	
$M_{xN}$	Množství emisí znečišťující látky	(t)
$M_x^{zs}$	Norma emisí znečišťující látky x pro studenou zatáčku kotle	
$M_x^{zt}$	Norma emisí znečišťující látky x pro studenou zatáčku kotle	
$NO_x$	Oxidy dusíku	
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj	
OPEC	Organizace zemí vyvážejících ropu	
OPS	Oběktová výměňková stanice	
OZE	Obnovitelné zdroje energie	
$p_s$	Počet studených zatápek	(N)
$p_t$	Počet teplých zatápek	(N)
$Q_{ciz}$	Teplo prodané externím odběratelům	(GJ)
$Q_{czt}$	Dodávka tepla pro teplárenské účely	(GJ)
$Q_{dod}$	Dodávka tepla	(GJ)
$Q_{el}$	Teplo spotřebované pro výrobu elektrické energie	(GJ)
$Q_{inv}$	Spotřeba tepla pro investiční výstavbu a projekty	(GJ)
$Q_{ir}$	Výhřevnosti i-tého paliva	(GJ)
$Q_{nak}$	Nákup teplárenského tepla z cizích zdrojů	(GJ)
$Q_{odv}^{PO}$	Teplo přivedené z primárního okruhu	(GJ)
$Q_{pal}$	Množství tepelné energie na výrobu tepla	(GJ)
$Q_{pal}^c$	Celková uvolněná energie při spalování paliva	(GJ)
$Q_{pal}^{další}$	Další spotřeba energie z paliva	(GJ)
$Q_{pal}^{fos}$	Tepelná energie z fosilního paliva	(GJ)
$Q_{pal}^{jv}$	Spotřeba energie na přepracování odpadních surovin na jiné výrobky	(GJ)

$Q_{pal}^{oze}$	Tepelná energie z biomasy	(GJ)
$Q_{pal}^{přev}$	Převod energie z paliva v souvislosti s převodem tepla	(GJ)
$Q_{pal}^{zs}$	Teplo studených zatápek	(GJ)
$Q_{pal}^{zt}$	Teplo teplých zatápek	(GJ)
$Q_{přev}$	Převod tepla mezi výrobny	(GJ)
$Q_{přev}^{do}$	Teplo převedené do jiné výroby	(GJ)
$Q_{přev}^{dod}$	Dodávka tepla včetně převodu	(GJ)
$Q_{přev}^z$	Teplo převedené z jiné výroby	(GJ)
$Q_{př}^{PO}$	Teplo odvedené z primárního okruhu	(GJ)
$Q_{tep}$	Výroba tepla pro topné účely	(GJ)
$Q_{tep}^{inv}$	Spotřeba topného tepla pro investiční stavbu a projekty	(GJ)
$Q_{vl}$	Vlastní spotřeba topného tepla	(GJ)
$Q_{vs}$	Zahrnuje teplo využitě na vlastní spotřebu a ztráty tepla	(GJ)
$Q_{vyr}$	Teplo vyrobené na parogenerátorech	(GJ)
$Q_{vyr}$	Teplo předané do pracovního média v kotli nebo parogenerátoru	(GJ)
$Q_{vyr}^R$	Teplo vyrobené v jaderném reaktoru	(GJ)
<i>Sb.</i>	Sbírka zákonů	
<i>SEQUEL</i>	Structured English Query Language	
$SO_2$	Oxid siřičitý	
<i>SPV</i>	Studená pitná voda	
<i>SQL</i>	Structured Query Language	
<i>SŘBD</i>	system řízení báze dat	
<i>TID</i>	Technologická informační databanka	
<i>Mtoe</i>	Million tonnes of oil equivalent	
<i>TUV</i>	Teplá užitková voda	
<i>TZL</i>	Tuhé znečišťující látky	
<i>ÚT</i>	Ústřední topení	
<i>VBA</i>	Visual Basic for Application	
<i>VPN</i>	Virtual Private Network	
<i>VS</i>	Výměňková stanice	
<i>W</i>	Watt	
<i>WEC</i>	World Energy Council	
$\beta_e$	Koeficient spotřeby tepla na výrobu elektrické energie	(-)
$\beta_q$	Koeficient spotřeby tepla na výrobu topného tepla	(-)

## Obsah

1	Úvod.....	9
2	Energetické zdroje v EU.....	10
2.1	Elektrická energie.....	11
2.2	Uhlí .....	12
2.3	Ropa .....	12
2.4	Zemní plyn .....	13
2.5	Jaderná energie.....	13
2.6	Energie z obnovitelných zdrojů .....	16
2.7	Energetické zdroje v ČR.....	18
3	Charakteristika dat podniků distribuujících energie .....	23
3.1	Korekce měření a spotřeb .....	23
3.2	Kotelna s kogenerací .....	24
3.3	Bilance distribuce.....	27
3.4	Bilanční výpočty .....	30
4	Jazyk SQL a databázové systémy.....	38
4.1	Historie a vývoj databázových systémů.....	38
4.2	Databázové systémy .....	38
4.3	Databázové objekty .....	42
5	MS Excel a programovací jazyk VBA .....	45
5.1	Stručná historie tabulkových procesorů.....	45
5.2	Prostředí MS Excel 2007.....	46
5.3	Programovací jazyk VBA.....	48
6	Vstupní a výstupní sestavy .....	50
6.1	Sestavy pro vkládání dat.....	50
6.2	Sestavy pro datové výstupy .....	53
7	Návrh evidenčního systému pro použití v energetice .....	57
7.1	Fiktivní malý podnik .....	57
7.2	Návrh hardware a topologie sítě pro malý podnik .....	57
7.3	Zabezpečení dat a sítě, VPN.....	60
7.4	Návrh struktury databáze.....	61
7.5	Návrh vstupních a výstupních sestav .....	65
8	Závěr .....	74
9	Použitá literatura .....	76



# 1 Úvod

Energetika hraje v každé moderní ekonomice klíčovou a stále se zvyšující roli. Růst světové populace, její stoupající požadavky a potřeby i rozvoj jakéhokoliv odvětví je podmíněn dostatkem energie. Zdroje, ze kterých je tato energie získávána, jsou ovšem omezené. To může být dáno jednak konečností a vyčerpatelností v případě surovin, nebo nepříznivými klimatickými či geografickými podmínkami v případě obnovitelných zdrojů.

Jednou z možností, jak energetickými zdroji šetřit a hospodařit, je jejich efektivní zpracovávání a využívání. K tomuto účelu jsou zapotřebí velmi přesná data o stavu dodávek a zásob paliva, efektivitě jednotlivých zařízení, celkové i dílčí výrobě, distribuci, ztrátách v síti atd. Jedním z hlavních problémů je množství dat, které je nutno zpracovávat. Klasická papírová evidence je již zastaralá a nedosahuje kvalit a spolehlivosti, jako data uložená v elektronické podobě.

Na současném trhu je mnoho firem poskytující software pro sledování dat v energetice. Většinou se tyto firmy soustředí jen na jednu oblast, například fakturaci vody. Společnosti, které si tyto softwary pořizují, používají obvykle zároveň několik systémů, a každý tento systém slouží pro jiný účel. Například jeden systém je společností používán pro fakturaci komodit, další systém pro bilanci distribuce a další systém sleduje parametry výroby. U takovýchto "multi-systémů" je problém nekonzistence dat. Některá data se totiž musí zapisovat do jednotlivých systémů opakovaně<sup>1</sup>. Tento přístup je nejen neefektivní, ale zvyšuje také riziko chyb.

Na trhu existují však i firmy, které nabízejí software poskytující komplexní řešení jak pro sledování dat ve výrobě a distribuci, tak i pro fakturaci odběrů pro koncové zákazníky. Vývoj komplexního softwaru obnáší vysoce odborné znalosti a obvykle větší počet lidí pracujících na vývoji. Což zvyšuje pořizovací náklady produktu. Teoreticky by cena pro koncového zákazníka měla být přijatelnější při používání jednoho systému, než při používání více systémů najednou.

Při volbě softwaru pro společnosti vyrábějící nebo distribuující energie by měla být na prvním místě otázka poměru použitelnosti systému k jeho celkové ceně. Na trhu existují například systémy, které jsou vytvořeny pro velké mezinárodní společnosti. I když by takovýto systém měl všechny funkcionality, které malý podnik potřebuje, byl by pro něj zbytečně naddimenzovaný a pravděpodobně velice drahý. Dalším důležitým parametrem při výběru systému je jeho cena. Celková cena softwarového systému obvykle není tvořena jen z pořizovacích nákladů. Je potřeba do ní také zahrnout servisní podporu a případnou práci navíc při přizpůsobování programu pro daný podnik.

V této diplomové práci se zabývám softwarovým řešením pro fiktivní malý podnik. V následujících kapitolách postupně popisuji charakteristiku dat, které se v energetice vyskytují. Dále pak možnosti ukládání, manipulace pomocí programovacích jazyků a zobrazování těchto dat. Poslední kapitola je věnována popisu programu, který by mohl používat fiktivní malý podnik, a který s výhodou používá databázového systému pro ukládání, zabezpečení dat a relativně levného, dostupného a známého systému MS Excel 2010.

---

<sup>1</sup> Můžeme mít například měřidlo, které se používá pro bilancování distribuce, ale je také zároveň fakturačním. Protože na každou činnost máme jiný systém, musíme toto měřidlo zakládat a evidovat ve dvou systémech.

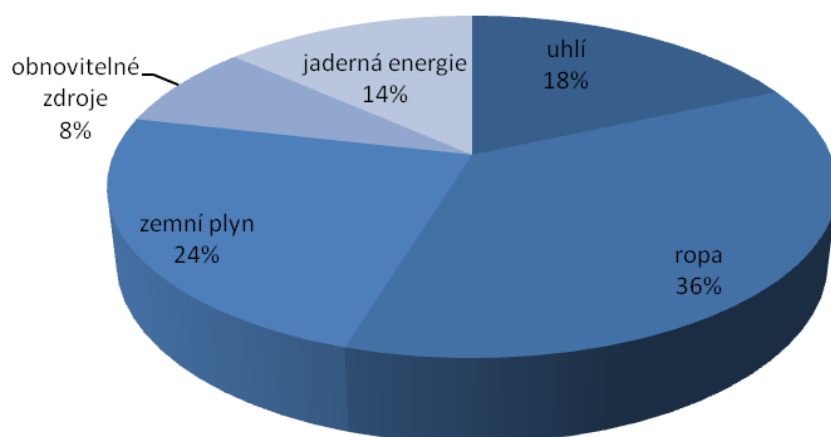
## 2 Energetické zdroje v EU

EU nedisponuje na pokrytí všech svých potřeb dostatečným množstvím vlastních zásob, takže je nucena svoji energetickou bilanci zakládat zejména na importu primárních zdrojů energie. Dominantním energetickým zdrojem, i když v poslední době mírně klesajícím, je ropa. V roce 2007 se na energetické spotřebě v celkové výši 1157 Mtoe podílela téměř 36%. Za ní následuje zemní plyn, držící si stabilní podíl zhruba 24% a na třetím místě uhlí s 18%. Jaderná energie představuje 14% spotřeby a nejmenší podíl, kolem 8 %, je zajištěn obnovitelnými zdroji. Navzdory velkým investicím a snahám o zvýšení podílu obnovitelných zdrojů se podle veškerých předpokladů neočekává, že by v nejbližší době k výraznému zvýšení opravdu došlo. Cesta k dosažení stanoveného cíle EU dosáhnout 20% podíl obnovitelných zdrojů je ještě daleká, a i po jeho dosažení budou příštích několik desítek let hrát dál primární roli neobnovitelné zdroje, tzn. uhlí, ropa a zemní plyn [1].

Z globálního hlediska je nerozšířenějším a nejpoužívanějším zdrojem energie uhlí, zatímco na evropské úrovni to je ropa a zemní plyn. Na rozdíl od těchto dvou surovin je uhlí mezi zeměmi rozloženo relativně rovnoměrně. Navíc v souvislosti s technologickou nenáročností těžby, zpracováním, skladováním a přepravou jsou jeho ceny stabilní a nepodléhají politickým ani jiným ekonomickým vlivům. Neexistuje zde také žádný kartel podobný zemím OPEC na vývoz ropy [1, 2].

Pokud srovnáme Evropu s ostatními regiony, řadí se k oblasti s nejrychleji se zmenšujícími zásobami uhlí a nejsou zde odkrývána žádná nová významná ložiska. Naopak, v některých zemích (např. Portugalsko, Itálie) došlo v posledních několika letech k uzavření posledních uhelných dolů. Ačkoliv by bylo pro evropské země výhodné více a efektivněji využívat stávající vlastní zdroje uhlí, musí se tohoto výhledu vzdát, neboť budoucnost využití této suroviny je omezována jednak jejími zmenšujícími se zásobami a jednak ustanoveními Kjótského protokolu [1].

Situace s ropou a zemním plynem na území Evropské unie je odlišná. Tyto dvě fosilní suroviny se zde nalézají jen zřídka, a proto je členské země musí většinu dovážet. I když se velký počet průmyslových odvětví během 90. let přeorientoval na zemní plyn a zároveň některé země začaly více využívat jaderné energie, je zde na ropě stále velmi silná závislost. Například odvětví dopravy je na této surovině téměř absolutně závislé. Na základě této nepříznivé energetické situace se proto členské státy musí v současnosti soustředit na hledání alternativ k tradičním fosilním palivům. K energetickým zdrojům, umožňujícím dostát jak závazkům vyplývajícím z Kjótského protokolu, tak i posílit energetickou soběstačnost, patří jaderná energie, energie z obnovitelných zdrojů (tzn. energie větrná, vodní, solární nebo energie z biomasy) a zemní plyn [1].



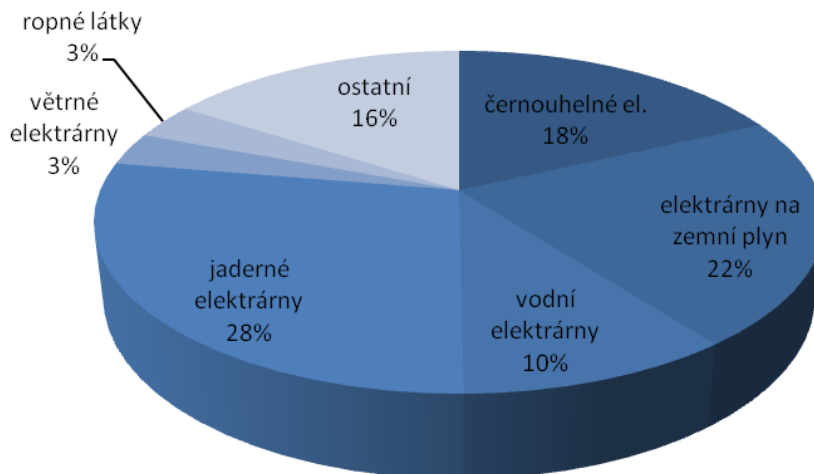
**Obrázek 1:** Procentuální podíl spotřeby jednotlivých druhů paliv na výrobu tepla v EU [1]

## 2.1 Elektrická energie

V roce 2009 dosahovala produkce elektrické energie v EU řádově 812,2 Mtoe. Trend produkce elektrické energie v EU se obecně snižuje. Hlavní příčinou je vyčerpávání místních (EU) přírodních zdrojů, nebo je jejich další těžba ekonomicky nepřínosná. Hlavním producentem elektrické energie v EU je Velká Británie s 19,2% podílem. Stojí za zmínku, že v roce 1999 měla Velká Británie podíl ve výrobě elektrické energie až 29,3%. Ostatními hlavními producenty energie jsou Francie, Německo, Polsko a Nizozemí. Zatímco ve státech jako Velká Británie, Polsko a Německo se produkce elektrické energie snižovala (ve Velké Británii až o 122,2 Mtoe) v letech 1999 až 2009, tak ve Francii, Nizozemí a České republice byl sledován nárůst výroby primární energie až o 8,7 Mtoe [3].

Produkce elektrické energie v EU pochází ze široké škály zdrojů. Největší zastoupení má jaderná energie (28,4%), obzvláště v Belgii, Francii, Litvě a Slovensku. Ve Slovensku dosahovala produkce z jaderné energie v roce 2009 více než polovinu celkové produkce energie v zemi. Asi jedna pětina z celkové produkce energie v EU byla z pevných paliv (20,4%, převážně z uhlí), 18,8% produkce bylo ze zemního plynu a 18,3% produkce pocházelo z obnovitelných zdrojů. Zbytek elektrické energie (12,8%) bylo vyrobeno spalováním surové ropy [3].

Rozvoj produkce elektrické energie z obnovitelných zdrojů předčil všechny ostatní typy výroby. Zvláště pak v roce 2002. Mezi lety 2002 až 2009 dosahoval nárůst produkce energie z obnovitelných zdrojů až 52,4%. Na druhou stranu v letech mezi 1999 až 2009 došlo k výraznému snížení produkce energie z ostatních zdrojů. K největšímu snížení došlo u surové ropy (až o -42,3%), dále pak u pevných paliv (-26,1%) a zemního plynu (-24,6%). Produkce jaderné energie klesla o 5,2% [3]. Evropská unie se vzhledem ke svému počtu obyvatel spolu s koncentrací nejvyspělejších států řadí ve spotřebě energie na druhé místo za USA [3].



**Obrázek 2:** Procentuální podíl spotřeby jednotlivých druhů paliv na výrobu elektrické energie v EU [1].

## 2.2 Uhlí

Již odedávna je uhlí nejvýznamnějším fosilním palivem. Po druhé světové válce bylo částečně nahrazeno ropou a do popředí se znovu dostalo v 70. letech během ropných šoků, a to i přesto, že je těžké a neskladné, a tím i nákladné na přepravu. Trendem procházejícím celou Evropou byl v období po ropných šocích postupný přechod z uhlí na zemní plyn, který je čistší, lehčí a v té době levnější, než bylo uhlí. Podle dostupných výzkumů jsou zásoby uhlí dostatečně vysoké jak ve světě, tak v Evropě. Dle předpokladů WEC by zásoby uhlí při současném stavu produkce a spotřeby měly vydržet na příštích 122 let. Zásoby Evropské unie by přitom vystačily zhruba na 51 let. Nejvíce zásob se nachází ve čtyřech zemích: USA (28,9%), Rusku (19,0%), Číně (13,9%) a Indii (7,1%). Další ložiska jsou mezi ostatními zeměmi rozložena relativně rovnoměrně. Největšími producenty v EU jsou především Německo s 2,4% celosvětovým podílem, dále Polsko se 1,8%, Velká Británie s 1,1% podílem a Česká republika, která zaujímá asi 0,6% světové produkce.

Podle předpokladů EIA z roku 2009 se očekává nárůst celosvětové spotřeby uhlí v letech 2006 až 2030 o 49%. A to z 127,5 kvadrilionů Btu v roce 2006 na 190,2 kvadrilionů Btu v roce 2030. V Evropských zemích bude ve stejném období trend opačný a to navzdory tomu, že pro většinu států, jako je například Německo, Polsko, Velká Británie, Španělsko a Česká republika, bude uhlí stále představovat strategickou surovinu. Důvodem tohoto poklesu v Evropě je snaha o omezení spotřeby uhlí, neboť tato surovina je jedním z největších znečišťovatelů ovzduší. Tendence je tedy jeho nahrazení „čistšími zdroji“, zejména zemním plynem, obnovitelnými zdroji a jadernou energií [1].

## 2.3 Ropa

Využití ropy můžeme sledovat již v dávné historii, kdy se používala například na lepení cihel při stavbě babylonské věže nebo užití dehtu k utěšňování lodí. Poptávka po mazivech a potřebách pro svícení byla až do poloviny 19. století uspokojována rostlinnými a živočišnými oleji. Ropa se stala velmi zajímavou surovinou díky vynálezům různých destilačních postupů

až od druhé poloviny 19. století. Potom během několika desítek let těžba ropy prudce expandovala. V roce 1950 tvořila asi čtvrtinu energie, v roce 1973 to již byla polovina. Nyní je ropa jednou z nejhodnotnějších surovin. Oproti ostatním surovinám má nesporné výhody ve vysokém obsahu energie, v kompaktnosti a ve snadné přepravě.

Z médií jsou často slyšet zprávy o tom, že zásoby ropy budou v blízké době vyčerpány. Již na počátku 19. století se objevovaly předpovědi, že ropa vydrží pouze na příštích pár let. Obdobně v roce 1939 americké ministerstvo vnitra uveřejnilo zprávu, že zásoby jsou dostačující pouze na 13 let a za stejné období mělo dojít k jejímu vyčerpání i podle zpráv z roku 1951. Dnes již víme, že tyto odhady jsou mylné a že situace s ropou není tak vážná, jak se může zdát. Celosvětově by ropa podle odhadů EIA měla vydržet na příštích 42 let, přičemž zásoby Evropské unie by vystačily jen na 7,7 let. Největší naleziště ropy se nacházejí v zemích OPEC, které představují 74 % veškerých celosvětových zásob. U zemí OECD je to 7,1%, Rusko se podílí 10,2% a nejmenší zásoby jsou v zemích Evropské unie, které tvoří pouze 0,5 % všech světových zásob. Za největšího evropského producenta je považováno Norsko s celosvětovým podílem 2,8 % na produkci ropy. Ze států Evropské unie je to pak Velká Británie, jejíž podíl je 1,8% a Dánsko s 0,4% [1, 4].

## **2.4 Zemní plyn**

Zemní plyn je relativně čistým zdrojem energie. Při spalování se uvolňuje do ovzduší méně škodlivin, než u spalování ropy, nebo uhlí. Negativní stránkou zemního plynu je nutnost rozsáhlého potrubního systému pro distribuci [1, 4].

Od 2. poloviny 19. století zažil zemní plyn nejrychlejší nárůst ze všech fosilních paliv. Objem jeho těžby vzrostl mezi lety 1950 až 2000 dvanáctkrát. I přes tento velký nárůst těžby se jeho dostupné zdroje postupně zvyšují, kvůli objevování nových nalezišť. Celosvětová zásoba zemního plynu tak vydrží zhruba na 60 let. Evropská unie se na celkových zásobách podílí pouze 1,6% a ty vystačí pouze na 15 let [11].

Největší zásoby, se podobně jako u ropy, nacházejí na Blízkém východě, kde by se podle odhadů EIA mohl plyn těžit ještě dalších 250 let. Pro srovnání, zásoba ropy v této oblasti je odhadována na 78 let. Celosvětově největšími zdroji disponuje Rusko s celkovým podílem 23,4%. Většina členských států Evropské unie je na dovozu zemního plynu závislá, neboť jeho ložiska se nacházejí pouze v několika státech Evropy. Největšími evropskými producenty jsou Norsko, podílející se na světové produkci 3,2%, následované Velkou Británií se 2,3%. Oproti ostatním surovinám zde figuruje i Nizozemí, které disponuje poměrně velkými zásobami zemního plynu a jeho celosvětový podíl produkce činí 2,2% [1, 4].

## **2.5 Jaderná energie**

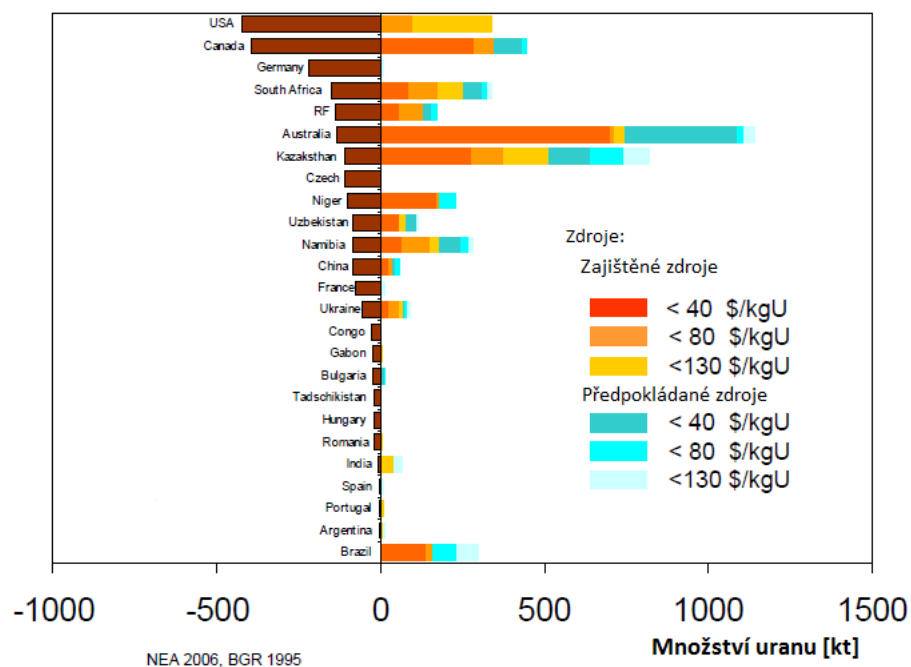
Jaderná energie se začala využívat od 40. let 20. století. Svůj největší boom zaznamenala v 60. a 70. letech, aby následně v letech 80. došlo k jejímu útlumu. Ten nastal zejména pod vlivem katastrofy z Černobylu a v důsledku vstupu zelených stran do vlád a nutnosti respektovat jejich požadavky v rámci koalice. Poslední léta byla ve znamení optimizmu vůči jaderným elektrárnám. Některé státy, dříve velmi zatvrzelé proti jaderné energii, začaly uvažovat o výstavbě nových jaderných bloků (například Itálie). Po havárii ve Fukušimě je však další vývoj jaderné energetiky nejasný [1, 4].

Reaktory nyní vyrábějí celosvětově více než 15% elektřiny. Evropskou unii přitom můžeme označit za největší „jadernou velmoc“ v mírovém využívání jaderné energie, neboť z jádra zde pochází až jedna třetina vyrobené elektřiny. V porovnání se Severní Amerikou je to o 8% více, trojnásobně více než v Japonsku a až sedminásobně více než pochází z těchto elektráren v Rusku [1].

Již od svého vzniku je jaderná energetika velmi sporným tématem. Jednotlivé státy mají na toto téma odlišné názory, které můžeme rozdělit do tří skupin. Pro státy, mezi něž patří např. Bulharsko, Finsko, Francie, Rumunsko nebo Litva, je jaderná energie významným energetickým zdrojem a v těchto zemích také pokračuje budování jaderných zařízení. Další skupinou, představující naopak zaryté odpůrce, je Rakousko, Španělsko a Belgie. K poslední skupině můžeme zařadit Německo, Itálii a Nizozemsko. Tyto státy se v důsledku postupného vyčerpávání vlastních energetických surovin, požadavků na snížení emisí a současně nedostatečné energie z obnovitelných zdrojů, rozhodly svůj postoj k jaderné energetice přehodnotit [1].

Podle současných analýz nevydrží objevené zdroje uranu více než 30 let. Toto číslo je nutno brát s rezervou, protože se týká jen zásob uranu, který je těžitelný s náklady pod 40 \$/kgU. Pokud bychom vzali do úvahy zdroje těžitelné s náklady pod 130 \$/kgU, pak by zdroje uranu byly vyčerpány do 70 let. Rozšířením využíváním MOX jako paliva by se tato doba dále prodloužila. Používáním rychlých reaktorů a tím i využitím veškerého potenciálu ukrytého v přírodním uranu, by se tato doba zněkolikanásobila [10].

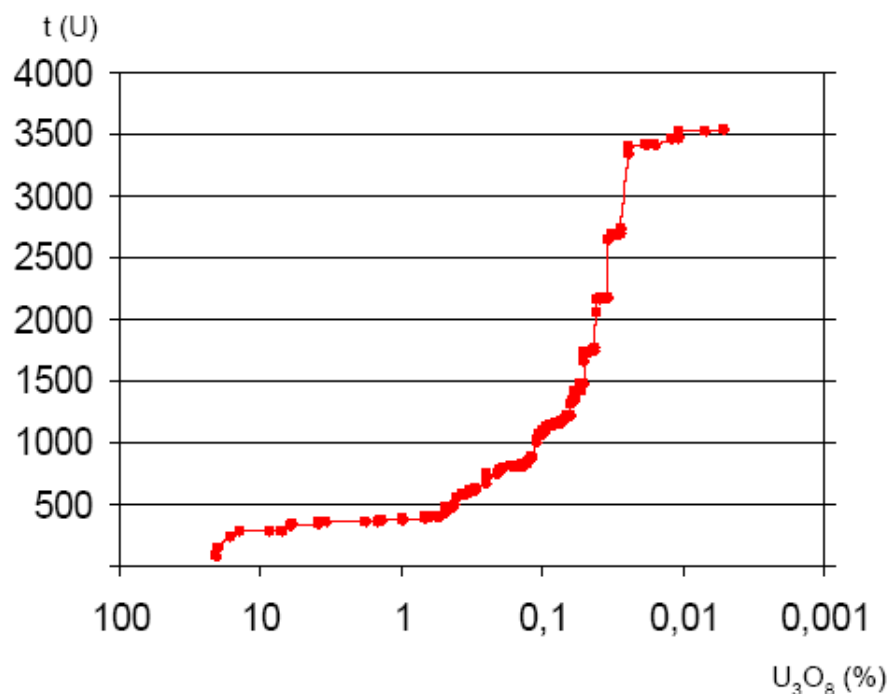
Jedenáct zemí již své zásoby uranu vyčerpalo. Celkem již bylo vytěženo 2,3 miliónů tun uranu. V současnosti už jen Kanada má naleziště s množstvím uranu v rudě větším než 1%, většina ložisek rozptýlených po světě má zastoupení uranu v rudě pod 0,1%, dvě třetiny rezerv jsou v koncentraci pod 0,06% [10].



**Obrázek 3:** Levá část grafu - vytěžený uran; pravá část grafu - objevené nebo předpokládané zásoby uranu [10].

Koncentrace uranu v rudě hraje důležitou roli při zjišťování, zda uran může být lehce vytěžen. Energetická náročnost pro získání uranu z rudy s koncentrací 0,01 - 0,02% je prakticky srovnatelná s energií uvolněnou při rozštěpení uranu v reaktoru. Těžba uranu s koncentrací pod 0,01% tedy dává smysl pouze za speciálních podmínek [10].

Současná spotřeba uranu ve světě je 67 kt/rok. Pouze 42 kt/rok je produkováno novou těžbou. Zbytek (25 kt/rok) je brán z uložených rezerv vytěžených před rokem 1980. Předpokládá se, že uložené rezervy budou vyčerpány do 10 let. Těžba uranu by tedy musela vzrůst minimálně o 50%, aby se zachovala současná jaderná energetická produkce založená pouze na termálních reaktorech [10].



**Obrázek 4:** Množství uranové rudy (osa y) v závislosti na procentuálním zastoupení (osa x) v ložiskách ve světě [10].

## 2.6 Energie z obnovitelných zdrojů

Rostoucí poptávka po energii, rostoucí ceny ropy, vysoká závislost na dovozu energetických surovin, jejich nejisté dodávky a obavy z celosvětové změny klimatu ukazují, že situace, ve které se dnešní svět nachází, není dlouhodobě udržitelná. Představitelé EU se proto rozhodli k hledání alternativ a energie z obnovitelných zdrojů se zdá být jedním z možných východisek. Tyto zdroje neznečišťují životní prostředí, nedochází k téměř žádným emisím CO<sub>2</sub> a v první řadě nejsou vyčerpatelné. Podpora investic do obnovitelné energie, energetické účinnosti a nových technologií přispívá k udržitelnému rozvoji. Pomáhá vytvářet nová pracovní místa a dosahovat tak hospodářského růstu. Napomáhá také k větší konkurenceschopnosti díky technologickému vývoji tohoto perspektivního odvětví a rozvoji venkova. Vzhledem k tomu, že se jedná o vlastní energetické zdroje, dochází díky nim k redukci závislosti EU na dovozu energie a tím je zvýšena jistota zásobování. Pro podporu a využívání této energie je ovšem nutný komplexní legislativní rámec a k tomu slouží množství různých dokumentů na mezinárodních i národních úrovni [5, 6].

Evropskou unii dnes již můžeme považovat za světového lídra v oblasti obnovitelných zdrojů energie. Zároveň v tomto odvětví dochází k vysoce rostoucímu hospodářskému významu. Snahou EU je tedy setrvat v této pozici na čelním místě. Vývoj tohoto odvětví v EU byl ovšem doposud nerovnoměrný a obnovitelné zdroje zaujímají stále velmi malý podíl v energetickém mixu EU. V současné EU 27 byla skladba obnovitelných zdrojů energie v roce 2004 následující: 66,2% tvořila biomasa, 23,7% voda, 4,7% vítr, 4,7% geotermální energie a 0,6% se podílela solární energie [6]. Na základě svých geologických, klimatických a hydrologických podmínek a celkové mnohotvárnosti disponuje Evropa všemi formami obnovitelných zdrojů energie. Přesto je ale využívání těchto zdrojů v rámci EU nevyrovnané,



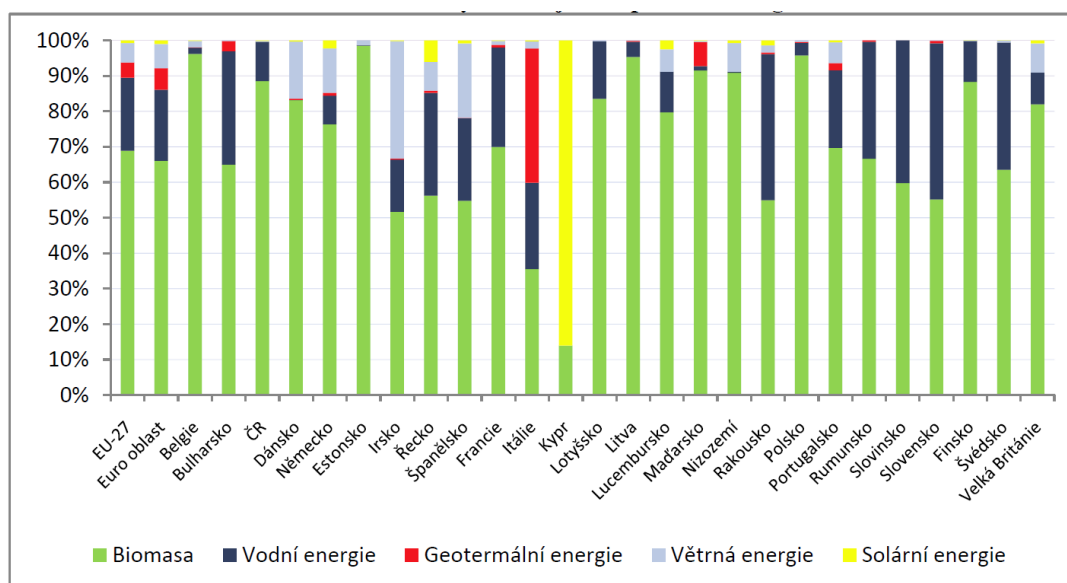
neboť jedním z hlavních důvodů, pomineme-li ekonomické překážky, jsou bezpochyby možnosti, které přírodní zdroje na daném území nabízejí. Ne v každé zemi tak lze rozvíjet, zpřístupňovat a využívat kterýkoliv z obnovitelných zdrojů. V roce 2009 byla Evropskou unií přijata nová legislativní opatření v rámci klimaticko-energetického balíčku, mezi nimiž i nová směrnice o podpoře využívání obnovitelných zdrojů energie (2009/28/ES). Vstoupila v platnost dne 25. 6. 2009 a na rozdíl od směrnice předchozí (2001/77/ES) se nevztahuje pouze na podporu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů, nýbrž i na podporu energií ostatních, tj. na elektrickou energii, energii pro vytápění a chlazení a energii v dopravě. Směrnice obsahuje závazný cíl v podobě dosažení 20% podílu energie z OZE na spotřebě energie v EU do roku 2020. Podmínky jednotlivých států se ovšem různí, a tak je pro každý členský stát zvlášť vypočítán vnitrostátní cíl určující podíl energie z OZE na konečné spotřebě v roce 2020. Podíl využívání obnovitelných zdrojů v jednotlivých členských zemích a jejich cílové hodnoty ukazuje následující graf [1].



**Obrázek 5:** Podíl vyrobené energie z OZE na konečné spotřebě energie a cílová hodnota podílu energie z OZE pro státy EU [12].

I když se Evropská Unie zabývá otázkou obnovitelných zdrojů jako celek, každý z členských států má v této oblasti svou vlastní politiku dle svých možností. Nepochybně nejvýznamnějším zdrojem je téměř u všech zemí biomasa, která představuje asi 2/3 všech obnovitelných zdrojů v EU. Mezi státy s největším podílem spotřeby biomasy v dané zemi patří Polsko a Belgie. Viz obrázek 6. Druhým největším obnovitelným zdrojem energie jsou vodní toky. Ty ale již nemají příliš velký potenciál na další rozvoj. V současnosti je v EU 17 200 malých vodních elektráren, které jsou rozmístěny nerovnoměrně, což dokazuje i skutečnost, že 85% vodní energie je vyrobeno pouze v 6 zemích. Jejich hlavním protagonistou je Švédsko, těsně následované Francií, dále Rakouskem, Itálií, Německem a Španělskem. V produkci větrné energie jsou na čelních místech Německo, Španělsko a za nimi Dánsko a stejná dvě první místa má i energie fotovoltaická, u které můžeme zmínit ještě další dvě významnější se podílející země na celkové produkci, a to Itálii a Francii. Německo je na první příčce i ve výrobě energie ze solárních panelů, menší podíl zde má též např. Řecko a Rakousko. V produkci energie z biopaliv hraje dominantní roli opět Německo. Až daleko za ním stojí na pomyslném žebříčku výroby energie z tohoto zdroje Francie, Itálie, Švédsko či Španělsko. V případě geotermální

energie je v produkci elektřiny lidrem Itálie, následovaná Portugalskem, Francií, Německem a Rakouskem. Každá země má tak vzhledem ke svým možnostem a přírodním podmínkám svůj vlastní energetický mix z obnovitelných zdrojů. V následujícím grafu jsou zachyceny podíly jednotlivých zdrojů energie na spotřebě daného státu [1].



**Obrázek 6:** Energie vyrobená z jednotlivých druhů OZE pro státy EU [1].

## 2.7 Energetické zdroje v ČR

Česká republika patří v EU27 díky podobě svého energetického mixu mezi země nejméně závislé na dovozu energetických surovin. Velká část výroby energie pochází z vlastních zásob pevných paliv<sup>2</sup> a produkce jaderných elektráren. Díky vlastním zásobám pevných paliv dováží Česko pouze ropu a zemní plyn. Na jejich dodávkách je však vysoce závislé. Reálné množství dováženého zemního plynu od roku 1990 významně vzrostlo. Většina dovozu pochází z Ruska a část dodávek je importována z Norska plynovodem přes Německo. Většina dodávek ropy pochází opět z Ruska a malé množství i z Ázerbájdžánu. Do roku 1999 konečná energetická spotřeba v zemi klesala, ale v první dekádě nového milénia spotřeba opět mírně narostla z cca 23,8 Mtoe v roce 1999 na 24,4 Mtoe v roce 2009<sup>3</sup>. Energetická náročnost české ekonomiky v 90. letech klesla zejména díky přechodu na méně energeticky náročná výrobní odvětví a též díky úsporám v domácnostech. Na druhou stranu se ale zvýšila spotřeba energie v dopravě, protože došlo k rozšíření osobní silniční dopravy. Kromě spotřeby se postupně navyšoval i podíl obnovitelných zdrojů energie, ačkoli stále nedosáhl ani průměru EU. Česká republika je producentem jak velkého množství energie, tak i emisí CO<sub>2</sub>. V roce 2009 činil podíl Česka na celosvětových emisích 0,35%, zatímco celá EU27 k celosvětovým emisím přispěla 13,1%. Poměr čistých dovozů energie ke spotřebě činil 28% v roce 2006, což je podprůměrná hodnota ve srovnání s EU27. ČR je tedy jednou z nejméně závislých zemí na dovozu energie a navíc je i čistým vývozcem elektřiny a energie z obnovitelných zdrojů [1, 2].

<sup>2</sup> Především z černého uhlí, jehož část ČR také exportuje.

<sup>3</sup> Nejvyšší spotřeba byla za rok 2006, kdy dosáhla téměř 26,5 Mtoe.

Od roku 1990 klesl<sup>4</sup> celkový podíl pevných paliv mezi zdroji primární energie o více než 35% na konečných 41,4% v roce 2009. Přesto se v případě ČR jedná o jeden z nejvyšších podílů pevných paliv ve zdrojích primární energie mezi členy EU27. Tento podíl dokonce více než dvojnásobně přesahuje průměr EU27, jehož hodnota v roce 2009 činila 15,7%. Spotřeba zemního plynu v období let 1990-2001 postupně rostla. Od roku 2001 spotřeba začala klesat, až na konečnou hodnotu 15,9%.

Jaderná energie zaznamenala postupný a významný nárůst z 3,2 Mtoe spotřeby primárních zdrojů v roce 1990 na 7 Mtoe v roce 2009 a na konci tohoto období činila 16,7% spotřeby primárních zdrojů energie. V roce 2009 byl podíl spotřeby primárních zdrojů ropy 22,6%, což je hluboko pod průměrnou hodnotou EU27. V Evropské unii spotřeba ropy v témže roce činila 36,6 % všech zdrojů primární energie. Zdroje primární energie celkově od roku 1990 do roku 2009 velmi významně klesly ze 49,8 Mtoe na 42,3 Mtoe za rok [2].

Česká republika je významným evropským producentem černého uhlí, které mimo jiné používá k výrobě elektřiny<sup>5</sup>. Zatímco v roce 2009 ČR vyprodukovala 20,6 Mtoe uhlí (tj. 0,6% světové produkce), spotřebovala jen 15,8 Mtoe (tj. 0,5% světové spotřeby). Celkový podíl pevných paliv na domácí produkci dosahoval 67%, jaderná energie byla zastoupena 22,6% a podíl OZE dosáhl 8,3% v roce 2009 [4].

**Tabulka 1:** Výroba a podíl elektrické energie z OZE pro rok 2010 [12].

	Výroba v roce 2010	Podíl na elektřině z OZE	Podíl na konečné spotřebě
Zdroj	GWh	%	%
Vodní elektrárny	2792,7	47,7%	3,9%
Větrné elektrárny	335,5	5,7%	0,5%
Spalování biomasy	1513,5	25,9%	2,1%
Bioplynové stanice <sup>1</sup>	597,1	10,2%	0,8%
Fotovoltaické elektrárny	615,7	10,5%	0,9%
Celkem elektřina z OZE	5854,5	100,0%	8,3%

<sup>1</sup> včetně spalování skládkového plynu

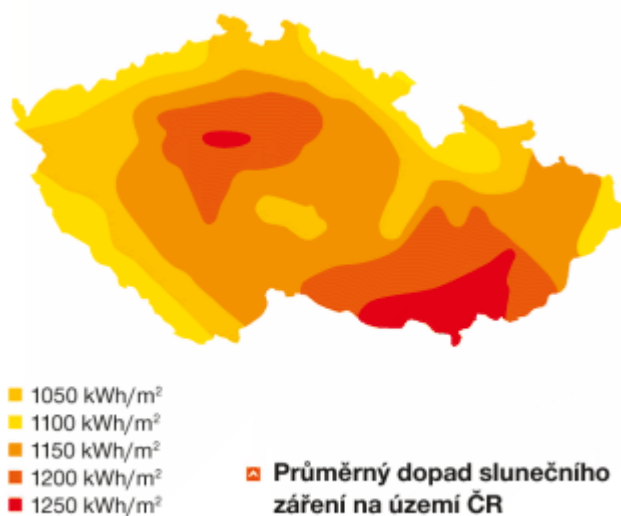
Česká republika se v rámci jednání o vstupu do Evropské unie zavázala zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na 8% do roku 2010. V pravidelných ročních Zprávách o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů bylo až do konce roku 2009 uváděno, že splnění cíle není reálné. Cíl byl podle předpokladů v roce 2010 splněn, dokonce byl překonán o 0,3% [12].

Z obnovitelných zdrojů má ČR poměrně dobré podmínky pro využití solární energie, zejména k výrobě tepla pro ohřev teplé vody, vytápění domů, skleníků, sušáren, rekreačních zařízení a dalších objektů. Využití fotovoltaických článků k výrobě elektřiny ze slunečního

<sup>4</sup> Především kvůli poklesu těžby uhlí.

<sup>5</sup> Ověřené zásoby černého uhlí v roce 2009 dosahovaly 1673 milionů tun z celkových 4501 milionů tun vlastních zásob pevných paliv

záření již tolik výhodné není ve fyzikálním slova smyslu. Solární panely lze využívat celoročně s nízkými provozními náklady, ale celkové náklady na plné roční využití v podnebných podmínkách ČR (jen cca 1000 hodin) jsou prozatím nevýhodně vysoké. Nedávné státní dotace pro provozovatele fotovoltaických elektráren však způsobily v České republice "fotovoltaický boom" [8]. Podíl OZE na výrobě elektrické energie pro rok 2010 zachycuje tabulka 1.

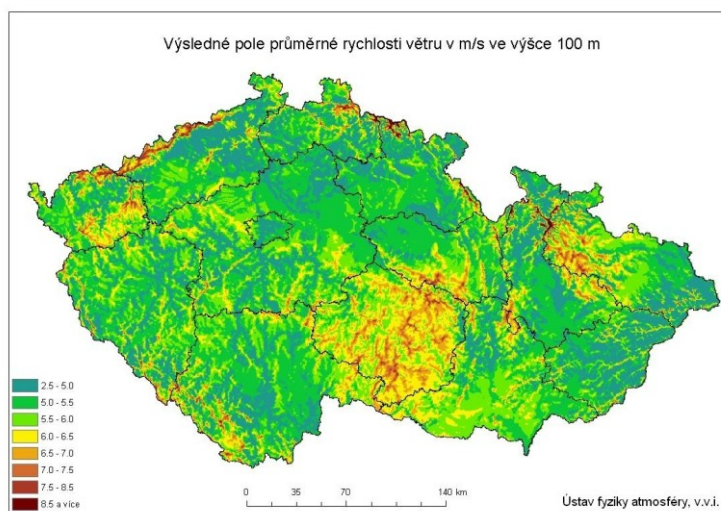


**Obrázek 7:** Mapa slunečního pokrytí ČR. Červená barva znázorňuje oblast s největším dopadem slunečního záření [8].

Relativně vysoký potenciál se skrývá ve využití biomasy<sup>6</sup>. V roce 2009 bylo využíváno asi 1,9 milionů tun biomasy v české energetice. Pokud by byla biomasa využívána v plném rozsahu a též záměrně pěstována na výmladkových plantážích, mohla by se během několika desítek let podílet až 12% na výrobě energie v ČR. Pěstování biomasy lze snadno provázat s tradičním českým zemědělstvím a kvalitním lesním hospodářstvím. Vedlejším efektem pěstování biomasy by bylo zvýšení ekonomické soběstačnosti a zaměstnanosti v regionech, podpora úsilí o efektivnější nakládání s odpady, přispění k údržbě krajiny a zadržení více vody v půdě. Nevýhodou využívání biomasy v energetice je jednak relativně náročná logistika, od sběru, přes dopravu, úpravu, skladování až po zpracování biomasy, i její lokální neudržitelnost [2, 6].

Pro vítr jako zdroj elektrické energie v ČR, jsou podmínky pro rozvoj v této oblasti podprůměrné, protože vhodná rychlost větru (4 m/s) je dlouhodobě naměřena jen ve výše položených a hřebenových oblastech hor a vrchovin nad 650 m.n.m. Což je v ČR především v severním pohraničí, na Českomoravské vrchovině a v Moravskoslezských Beskydech, jež jsou zároveň omezovány požadavky na ochranu životního prostředí a nepříznivými sezónními klimatickými podmínkami. Chybně připravené projekty a nedostatečný průzkum byly v minulosti příčinou nárůstu a posléze poklesu počtu větrných elektráren. Od roku 2003, kdy byl realizován projekt dvou větrných elektráren o výkonu 600 kW u Jindřichovic pod Smrkem, podíl větrné energie narůstá [4, 5].

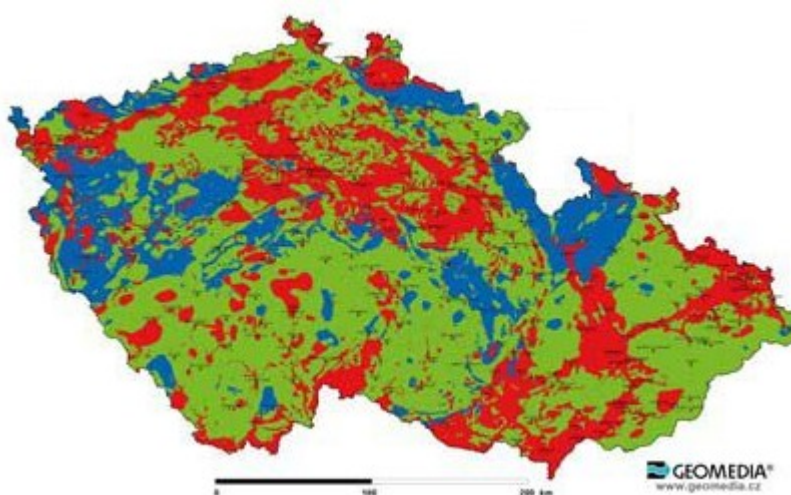
<sup>6</sup> ČR vyprodukuje 9-12,5 milionů tun suché hmoty za rok, přičemž k okamžité dispozici by bylo 5,1 – 6,5 milionů tun tzv. zbytkové biomasy.



**Obrázek 8:** Větrná mapa ČR. Tmavá barva znázorňuje oblasti s nejvyššími rychlostmi větru v ČR [7].

Podobně ani vodní zdroje energie, co se týče dalšího rozvoje, nemají v ČR do budoucna vhodný potenciál, protože české toky nemají potřebný spád ani dostatečný průtok. Využitelný potenciál elektřiny z vodních zdrojů je odhadován na 3,4 TWh ročně a v posledních 10 letech se nijak výrazně nemění, každoročně je vyrobeno kolem 200 ktoe energie z vody [4, 5].

Geotermální zdroje energie lze z technického hlediska využít zhruba na  $\frac{1}{2}$  až  $\frac{3}{4}$  území ČR, avšak vhodné podmínky pro významnější rozšíření využívání geotermální energie v ČR nejsou. Jedním z hlavních problémů při využívání geotermální energie je čištění vody. Horká voda vystupující z nitra Země obsahuje vysoké koncentrace různých solí a minerálů. Ty by mohly tvořit v armaturách a různých zařízeních elektrárny nánosy, které snižují životnost celé elektrárny. Bylo by tedy nutné vodu důkladně demineralizovat a filtrovat, což by zvýšilo pořizovací náklady [9].



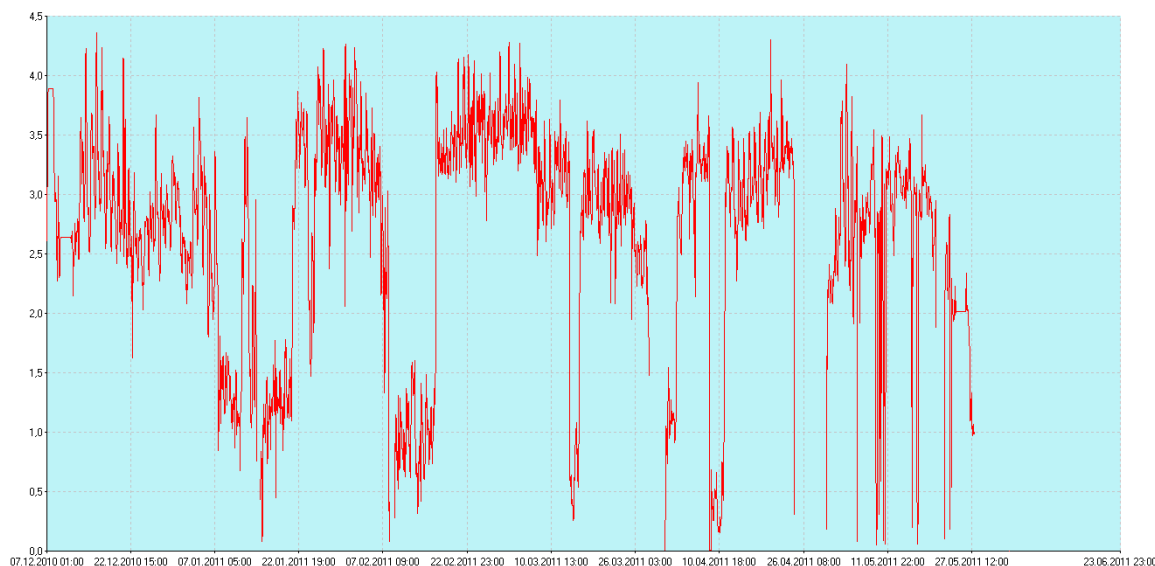
**Obrázek 9:** Geotermální mapa ČR. Červeně jsou znázorněny oblasti vhodné pro využití geotermálních zdrojů [9].

Dalšími zdroji energie jsou tepelná čerpadla. S nimi máme tuzemské zkušenosti při vytápění budov. Je to zdroj stabilního a dlouhodobého zdroje energie, ale na druhou stranu jsou tyto zdroje lokálně omezené a finančně nákladnější než jiné technologie využívající obnovitelných zdrojů. V ČR bohužel nepřipadá v úvahu využití energie oceánů a blesků. Naopak důlní plyn je určitou možností, jak získat v našich podmínkách dodatečnou a relativně levnou energii [2].



### 3 Charakteristika dat podniků distribuujících energie

Každá výrobní, ale i distributor energie a vody se orientuje podle naměřených veličin. Tato data mohou být snímána v různých časových intervalech. Mohou nás zajímat data snímána po sekundách, minutách, hodinách (převážně u výroben), ale i po dnech a měsících (u distribuce a fakturace). Charakteristiku hodinových hodnot u svorkové výroby elektrické energie můžeme vidět na obrázku 10.



Obrázek 10: Výroba na turbogenerátoru v MWh [29].

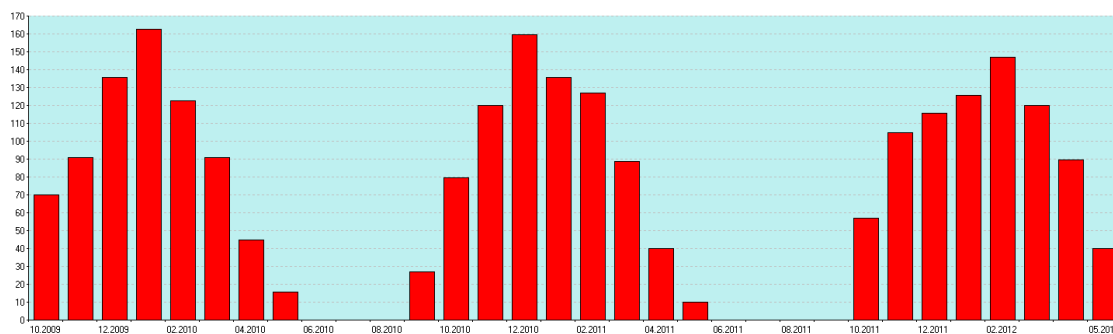
#### 3.1 Korekce měření a spotřeb

Relativně často se stává, že odečet z měření je potřeba upravit. Může to být z důvodu chybného opsání stavu měřidla, nebo může být číselník poškozen a ukazovat nesprávnou hodnotu. Z těchto důvodů je potřeba mít v systému možnost opravy z měřidel upravovat. Systém by měl také umožňovat přehlednou kontrolu spotřeb a možnost spotřeby korigovat.

V případě výměny měřidla<sup>7</sup>, které slouží pro fakturaci komodity, je nutno dopočítat spotřebu za dobu, kdy bylo měřidlo demontováno. Způsoby dopočtů se liší podle sledované komodity. V případě elektroměrů, nebo teplé užitkové vody, kdy je odběr v roce přibližně konstantní<sup>8</sup>, můžeme vyjít ze spotřeby za minulý rok a tu podělit počtem dnů v roce. Dostaneme tak koeficient, kterým vynásobíme počet dní, kdy bylo měřidlo demontováno, nebo bylo nefunkční. Tímto způsobem dopočítáme spotřebu pro dané měřidlo. V případě měřidel pro ústřední topení je situace složitější. Spotřeby tepla pro ústřední topení totiž sledují v roce tzv. vanovou křivku.

<sup>7</sup> Kvůli přecejchování, nebo poškození měřidla.

<sup>8</sup> Jedná se o odběry u bytových domů.



**Obrázek 11:** Vanová křivka odběru tepla pro ústřední topení v průběhu tří let [29].

Pro dopočty se v tomto případě používá denostupňů. Hodnota denostupně se vypočítává následujícím způsobem: Pokud je denní teplota vyšší, než je teplota referenční, tak je hodnota denostupně nulová. Pokud je referenční teplota vyšší, použijeme tento vztah:

$$(\text{Referenční teplota} - \text{Průměrná denní teplota}) \cdot \text{Topné období}$$

Kde topné období nabývá hodnot 0, nebo 1. Algoritmus výpočtu pro dopočítanou spotřebu je pak ve tvaru:

$$\text{Spotřeba } \dot{Q}_T \text{ za rok (GJ)} / \text{Součet denostupňů za rok (D}^\circ) = \text{Koeficient}$$

Koeficient (GJ/D<sup>°</sup>) \* součet D<sup>°</sup> za období výměny měřidla (D<sup>°</sup>) = hodnota spotřeby pro  $\dot{Q}_T$  (GJ) pro dané období.

Z hlediska kontroly spotřeb potřebujeme většinou filtrovat údaje vzniklé překlepy při odečítání stavů. Chybně zadaný stav může vzniknout přidáním, nebo ubráním cifry. To se projeví tak, že vypočítaná spotřeba z rozdílů stavů je několikanásobně větší, než je správná hodnota. Jednou z metod při kontrole spotřeb je nastavení odchylky, například procentuální, od hodnoty minulé spotřeby. Další možnosti chybně naměřené spotřeby jsou ztráty ve vedení (teplé vody, studené vody). Pro účely zjištění těchto nadměrných úniků slouží mimo jiné výpočet měrné spotřeby.

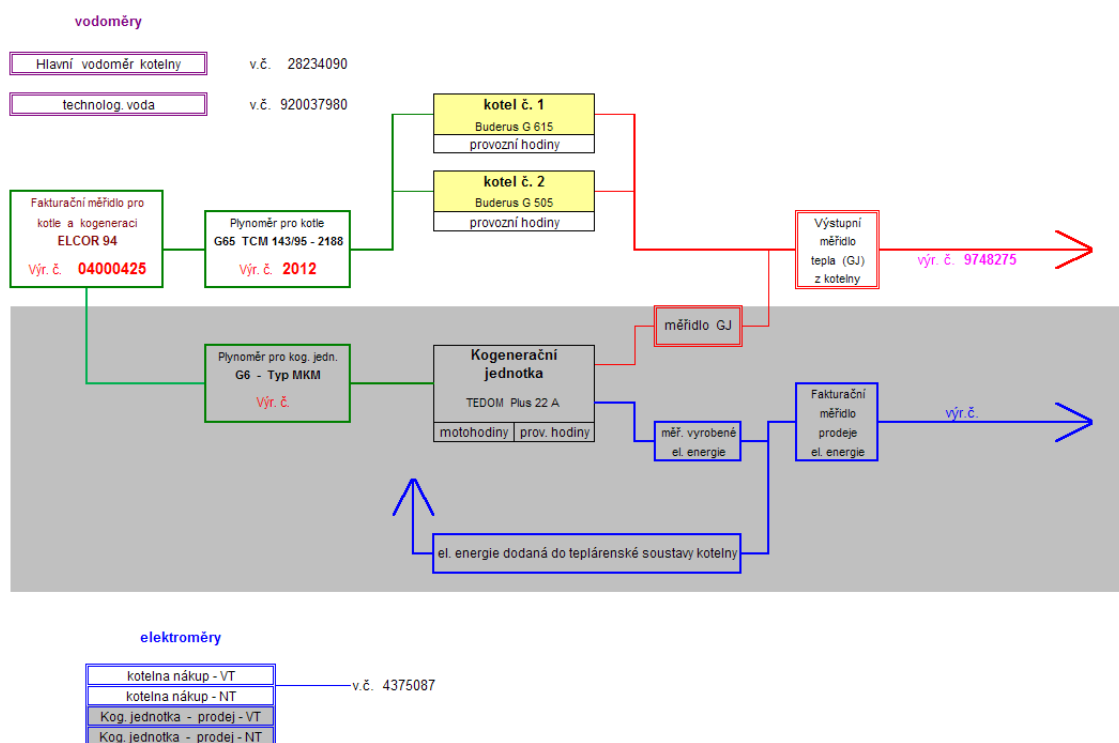
Měrná spotřeba (GJ/m<sup>3</sup>) je vypočítaná hodnota podílů tepla a příslušné studené vody jdoucí do objektu. Měrná potřeba tepla na vytápění je veličina, která charakterizuje tepelně-izolační vlastnosti budovy bez ohledu na účinnost topného systému a zdroje tepla. Vyjadřuje množství tepla, které je vztaženo na jednotku plochy - kWh/(m<sup>2</sup>.rok), popř. na jednotku objemu vytápěného prostoru - kWh/(m<sup>3</sup>.rok). Jde o energetický výstup z objektu, který je dán ztrátami obálky. Potřeba tepla tedy vychází z tepelných ztrát, nedá se ovlivnit tepelnými zisky ani vhodným systémem vytápění (na rozdíl od spotřeby tepla) [13].

## 3.2 Kotelna s kogenerací

Kogenerace neboli společná výroba tepla a elektřiny, představuje velmi zajímavou aplikaci moderních technologií na dlouho známé principy. Název se u nás začal používat na počátku devadesátých let jako počeštění mezinárodně srozumitelného termínu "co-generation". Vlastní kombinovaná výroba elektrické energie a tepla se datuje o téměř stovku let dříve. Výroba elektřiny v podnikových nebo městských elektrárnách v parních turbínách a postupné vyvedení tepelného výkonu předznamenaly vznik velkých soustav dálkového zásobování teplem.



Rozšíření malých jednotek na bázi spalovacích motorů začalo na našem území po roce 1990 [16].

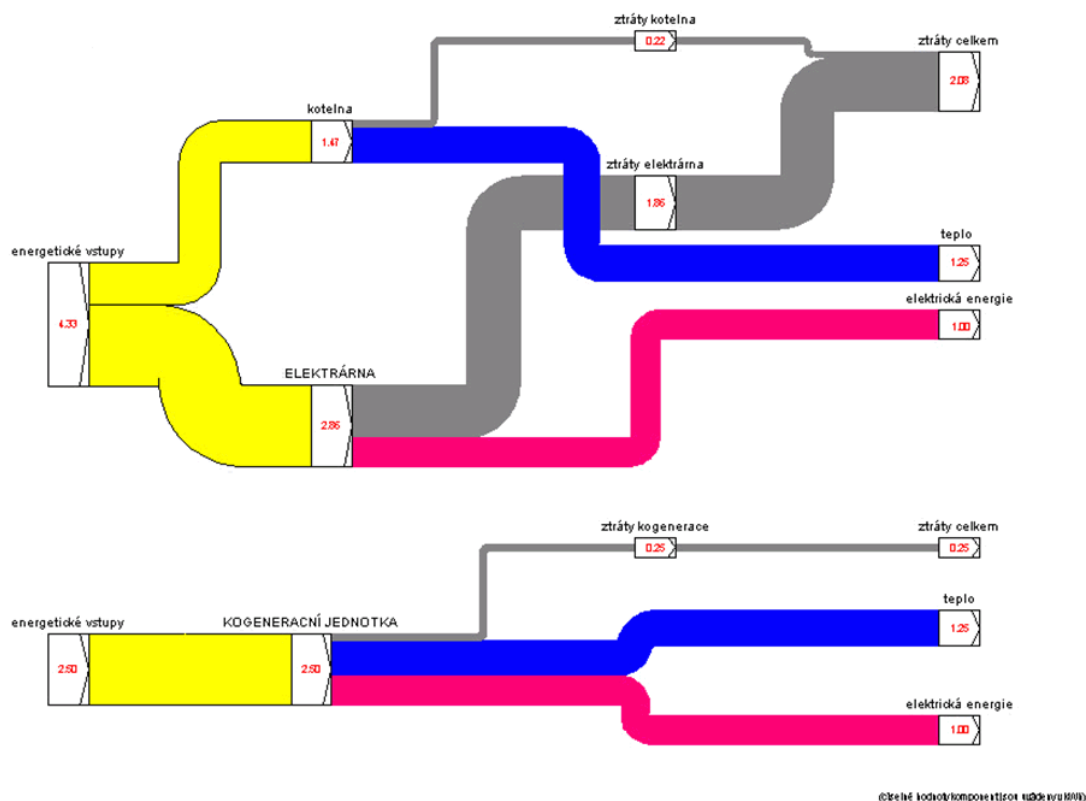


**Obrázek 12:** Schéma kotelny s kogenerační jednotkou a dvěma kotli na zemní plyn [32].

Malou výrobní sestavenou ze dvou plynových kotlů a jedné kogenerační jednotky, lze schématicky znázornit na obrázku 12. Vstupní měřidlo je zároveň měřidlem fakturačním. Plyn se dále rozděluje na plyn jdoucí do kogenerační jednotky a do kotlů. Před vstupem do kogenerační jednotky, respektive do kotlů jsou měřidla. Ta určují, kolik bylo spáleno plynu na kotlích a v kogenerační jednotce. Na každém z kotlů jsou umístěny provozní hodiny. Na kogenerační jednotce se měří jak provozní hodiny, tak motohodiny. V kogenerační jednotce se vyrábí jednak teplo, které se měří kalorimetrem a jednak elektrická energie. Obě tyto komodity se měří těsně za výstupem z kogenerační jednotky. Na výstupu z kotelny se měří kalorimetrem celkové vyrobené teplo. Známe-li teplo celkové a teplo vyrobené na kogenerační jednotce, pak můžeme určit teplo vyrobené na kotlích jako:

$$\text{Celkové teplo (GJ)} - \text{Vyrobené teplo kogenerací (GJ)}.$$

Množství elektrické energie dodávané do sítě se je potřeba ponížit vlastní spotřebou kogenerační jednotky.



**Obrázek 13:** Porovnání ztrát při výrobě tepla a elektrické energie odděleně (schéma nahoře) a v kogenerační jednotce [16].

Společná výroba elektrické energie a tepla v jediném zařízení se vyznačuje vysokou mírou využití vstupujícího primárního paliva. Při porovnání dodávky tepla a elektrické energie do budovy ze dvou oddělených výroben - kotelny a elektrárny - a z jediného zdroje s kombinovanou výrobou je zřejmé snížení energetických ztrát při výrobě [16].

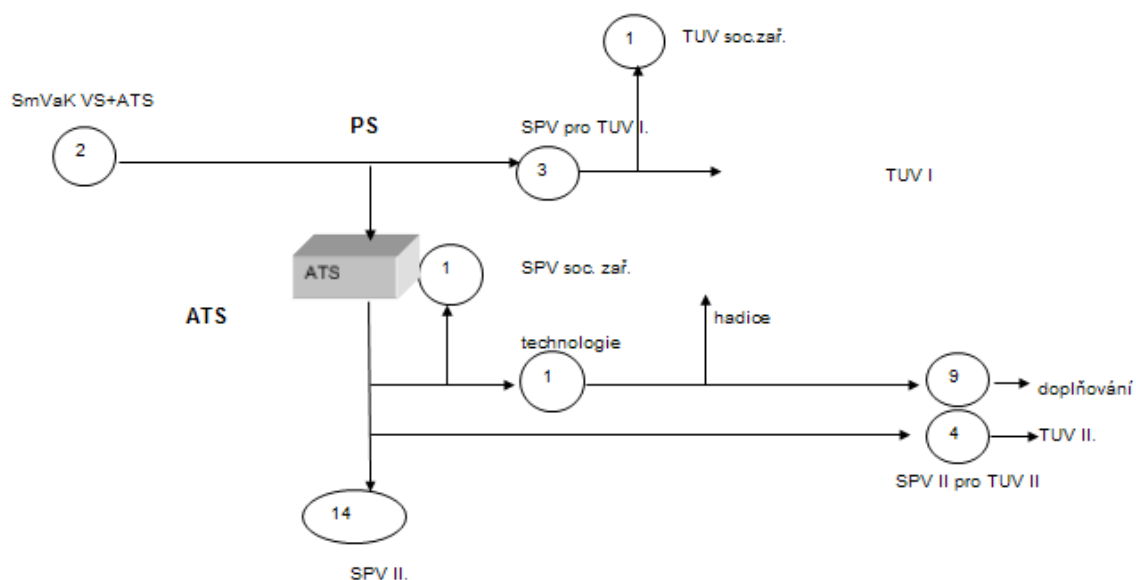
Základní motivace pro stavbu kogeneračních zařízení spočívá jednoznačně v ekonomické efektivnosti společné výroby. Prodej elektrické energie a tepla je podnikání jako každé jiné a jeho základním cílem je vytvoření zisku. Základem úvah o stavbě zařízení je proto technický návrh. Z tohoto návrhu a podmínek budoucího provozu se stanoví roční energetická bilance. Množství spotřebovaného paliva a vyrobené elektřiny a tepla je pak vstupem do ekonomického hodnocení. Následný projekt financování stanoví jakým způsobem finanční zdroje získat a jak je splácet [16].

Přínosem k rozvoji oboru je zasazení kogenerace do legislativního rámce. Ustanovení Směrnice 2004/8/EC Evropského parlamentu a Rady o podpoře kogenerace založené na efektivní poptávce po teple na vnitřním energetickém trhu definuje podmínky přiznání podpory pro technologie a zavádí pojem vysoce účinná kogenerace. Ustanovení Směrnice se postupně promítají do naší legislativy. Energetický zákon [406/2000 Sb.](#) stanovuje podmínky kombinované výroby tepla a elektřiny, připojení, přístupu do sítí, prodeje a osvědčení o původu elektřiny. Zákon o obnovitelných zdrojích energie [180/2005 Sb.](#) upravuje podporu státu pro výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie. Mezi ně patří též použití kogeneračních technologií na bázi "zvláštních plynů" jako je bioplyn, skládkový plyn, dřevoplyn, ale i důlní plyn a další [16].

Další motivací pro stavbu malých kogeneračních zdrojů je proti výstavbě velkých elektrárenských celků jednodušší příprava stavby, rychlost uvedení do provozu, spolehlivost a možnost vzájemného zástupu při společné instalaci více jednotek. Také šetrnost k životnímu prostředí je nezanedbatelným parametrem při rozhodování o pořízení kogeneračních jednotek [16].

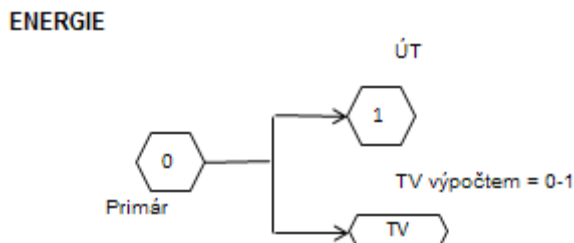
### 3.3 Bilance distribuce

Schematicky můžeme distribuci vody znázornit na obrázku 14. Hlavní vstupní vodu od dodavatele, zde SmVaK, rozdělujeme na vodu jdoucí do výměňkové stanice (PS) a do automatické tlakové stanice (ATS). Čísla na schématu znázorňují měření pro jednotlivé odběratele.



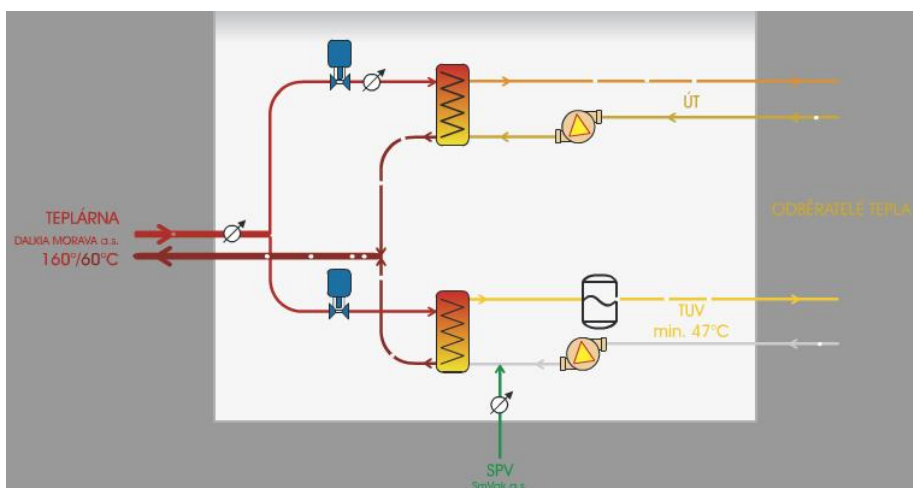
**Obrázek 14:** Schématické znázornění distribuce vody [15].

Výměňkové stanice slouží k předávání tepelné energie od dodavatele tepla k distributorovi a následně ke koncovému zákazníkovi. V předávací stanici je z horké vody vyrobena topná voda pro ústřední vytápění a teplá užitková voda, která se připraví ohřátím studené pitné vody. Topná voda pro ÚT a TUV se rozvádí tepelnými rozvody do jednotlivých odběrných míst. Ve většině případů se měří teplo jdoucí do paty domu (primár) a teplo pro ústřední topení (ÚT). Teplá užitková voda se poté vypočítá jako rozdíl primáru a tepla spotřebovaného pro ústřední topení. V letních měsících, kdy se netopí, je teplo jdoucí do ústředního topení nulové a tedy teplo jdoucí z primáru je rovno teplu pro teplou užitkovou vodu [15].



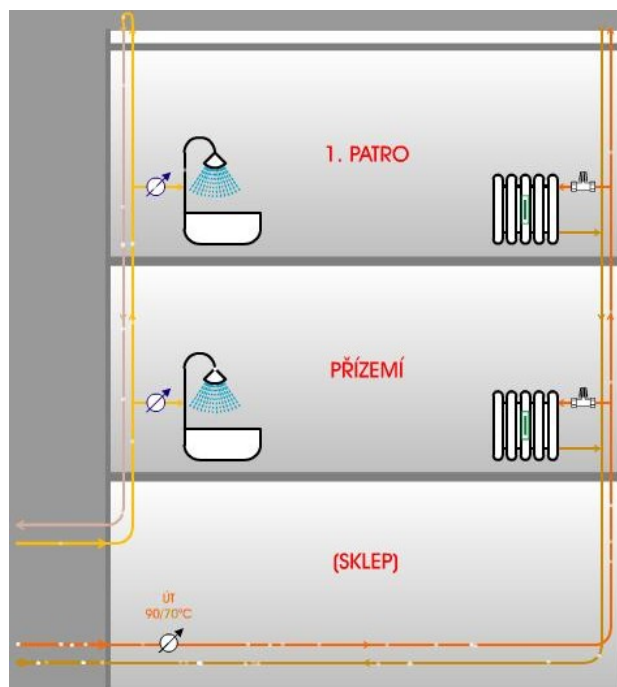
**Obrázek 15:** Energetické schéma pro teplou užitkovou vodu a ústřední topení [15].

Teplota topné vody pro ÚT je regulována v závislosti na venkovní teplotě tak, aby ve všech zásobovaných objektech byla zaručena tepelná pohoda pro všechny konečné spotřebitele (např. uživatelé bytů). Teplota TUV je regulována, aby její teplota na výstupu u konečného spotřebitele byla minimálně 45°C a nedocházelo ke zbytečnému plýtvání tepelnou energií. Všechny předávací stanice jsou bez obsluhy a jsou nepřetržitě monitorovány centrálním dispečinkem, jehož pracovníci dálkově provádí případné korekce [15].



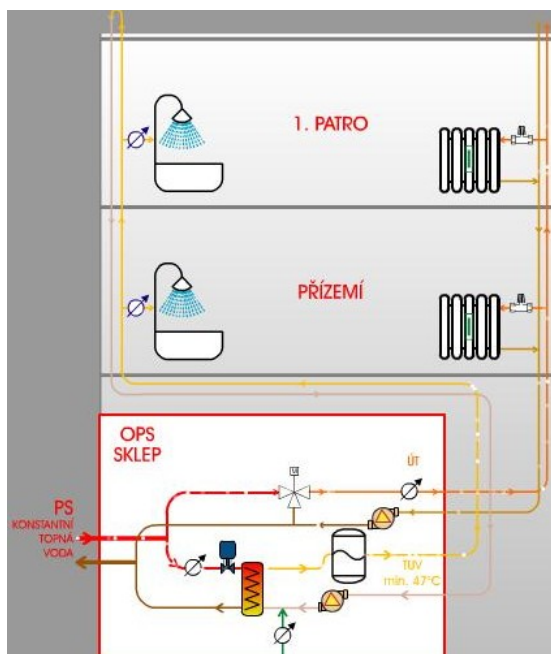
**Obrázek 16:** Schéma výměňkové stanice [15].

V případě dodávky tepelné energie odběratelům přímo z výměníku se topná voda pro ÚT a TUV přivede do připojovacího uzlu objektu, který bývá zpravidla umístěn ve sklepních prostorách. Odtud jsou topná voda pro ÚT a TUV domovními rozvody rozváděny k jednotlivým konečným spotřebitelům. V připojovacím uzlu je umístěno měřidlo, které měří spotřebu tepelné energie pro ústřední vytápění pro celý objekt [15].



**Obrázek 17:** Distribuce tepelné energie pro ústřední topení do bytů [15].

Z hlediska kvality dodávky tepelné energie, na úkor vyšších ztrát, je výhodnější předávat energii přes objektovou předávací stanici (OPS). Konstantní topná voda přivedená z předávací stanice slouží jak pro přípravu topné vody pro ÚT, tak pro přípravu TUV, která se vyrobí ohřátím studené pitné vody. Z OPS jsou pak domovními rozvody zásobování jednotliví koncoví spotřebitelé, většinou uživatelé bytů. Teplota topné vody pro ÚT je regulována v závislosti na venkovní teplotě tak, aby byla zajištěna tepelná pohoda pro všechny uživatele objektu. Teplota TUV je regulována, aby na výtok u konečného spotřebitele byla minimálně 45°C. Odběratelé tepelné energie zásobování prostřednictvím OPS si mohou zvolit režim vytápění svého objektu zcela nezávisle dle svých potřeb. OPS jsou nepřetržitě monitorovány centrálním dispečinkem, což umožňuje pružně reagovat jak na případné anomální stavy, tak na individuální požadavky jednotlivých odběratelů [15].



**Obrázek 18:** Schéma objektové předávací stanice [15].

### 3.4 Bilanční výpočty

Výpočty obecně můžeme rozdělit na výpočty numerické a analytické. Numerické metody se používají hlavně tam, kde není možné najít analytické řešení problému. Z hlediska bilancí výroby a bilancí distribuce si vystačíme s relativně jednoduchými výpočty, vycházející z analyticky odvozených rovnic. Hlavním problémem je množství dat a výpočtů, takže se neobejdeme bez výpočetní techniky. V následujících odstavcích bude uvedena metodika výpočtů jak pro bilancování výroby, tak pro vyhodnocování parametrů týkající se distribuce.

#### Bilanční okruhy

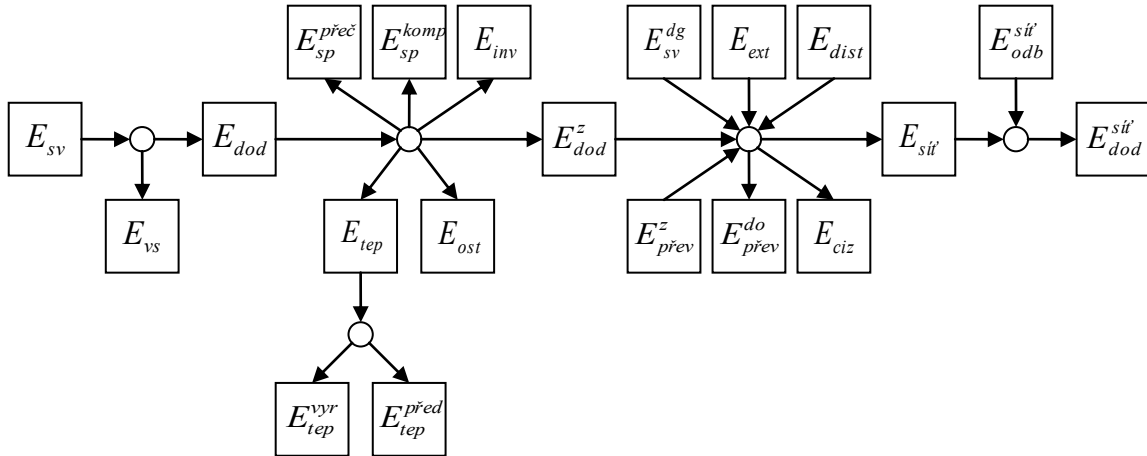
Transformace energie z primárního zdroje na tepelnou energii v pracovním médiu probíhá v primárním okruhu. Z hlediska typu paliva definujeme výroby:

- Jaderné výroby - dochází zde k transformaci jaderné energie ze štěpení na energii tepelnou.
- Výroby na klasická paliva - jako uhlí, zemní plyn, ropa, biomasa. Zde dochází k uvolňování chemicky vázané energie v palivu.

V sekundárním okruhu obvykle dochází k přeměně tepla v pracovním médiu na elektrickou energii. Terciární okruh zajišťuje transformaci tepelné energie na teplotněnské teplo.

## Bilance elektrické energie

Pro bilanci elektrické energie ve výrobě platí následující diagram:



**Obrázek 19:** Schéma bilance elektrické energie [14].

$E_{sv}$  (MWh) je celková svorková výroba elektrické energie generátorů nebo fotovoltaických zdrojů. Nezahrnuje výrobu ze záložních diesel generátorů, které nejsou považovány za samostatnou výrobu. Pro vodní elektrárny platí vztah [14]:

$$E_{sv} = E_{sv}^{prút} + E_{sv}^{prech} \quad (1)$$

kde  $E_{sv}^{prút}$  (MWh) je svorková výroba elektrické energie generátory vodní elektrárny z průtoku a  $E_{sv}^{prech}$  (MWh) je svorková výroba elektřiny generátory přečerpávacích elektráren.

Pro výrobu se spalovacími motory nebo spalovacími turbínami platí [14]:

$$E_{sv} = E_{sv}^{par} + E_{sv}^{sp} \quad (2)$$

$E_{sv}^{par}$  (MWh) je svorková výroba elektrické energie parními turbínami a  $E_{sv}^{sp}$  (MWh) je svorková výroba elektrické energie spalovacími motory nebo turbínami.

$E_{vs}$  (MWh) představuje vlastní spotřebu elektrické energie na dodávku elektrické energie do distribuční sítě.

$$E_{vs} = \beta_e \cdot E_{spl} + E_{sp2} \quad (3)$$

Kde  $E_{spl}$  (MWh) je spotřeba elektřiny v primárním okruhu. Což zahrnuje mimo jiné spotřebu elektrické energie při úpravě a transportu paliva, provozních hmot, úpravu spalín, spotřebu elektrické energie na kotlích, spalovacích turbínách, napájecí vodě, vodní hospodářství atd.

$E_{sp2}$  (MWh) je spotřeba elektrické energie v sekundárním okruhu (okruhy chlazení, kondenzátu a generátoru, ztráty v transformátorech a na vedení atd.).

$\beta_e$  (-) je dán podílem spotřeby tepla na výrobu elektrické energie k celkové spotřebě tepla na výrobu elektrické energie a teploty tepla.

$E_{tep}$  (MWh) je spotřeba elektrické energie na dodávku teploty tepla.

$$E_{tep} = E_{tep}^{vyr} + E_{tep}^{pred} = \beta_q \cdot E_{spI} + E_{tep}^{pred} \quad (4)$$

Kde  $E_{tep}^{vyr}$  (MWh) je spotřeba elektřiny na výrobu teplárenského tepla.

$E_{tep}^{pred}$  (MWh) je spotřeba elektřiny na předání tepla do sítě. Což zahrnuje spotřebu pro oběhová, doplňovací a kondenzátní čerpadla.

$\beta_q$  (-) je podíl spotřeby tepla na výrobu teplárenského tepla k celkové spotřebě tepla na výrobu elektrické energie a teplárenského tepla.

$E_{dod}$  (MWh) Dodávka elektrické energie do sítě.

$$E_{dod} = E_{sv} - E_{vs} \quad (5)$$

$E_{ost}$  (MWh) Spotřeba elektřiny pro ostatní účely (budovy, sklady, osvětlení, díly apod.).

$E_{inv}$  (MWh) Spotřeba elektřiny pro investiční výstavbu a projekty.

$E_{sp}^{přec}$  (MWh) Spotřeba elektřiny na čerpání přečerpávající vodní elektrárny.

$E_{sp}^{komp}$  (MWh) Spotřeba elektřiny na kompenzaci vodní elektrárny

$E_z^{dod}$  (MWh) dodávka elektřiny ze zdroje

$$E_z^{dod} = E_{sv} - E_{sp} = E_{dod} - E_{tep} - E_{ost} - E_{sp}^{přec} - E_{sp}^{komp} - E_{inv} \quad (6)$$

$E_{sp}$  (MWh) elektřina spotřebovaná

$$E_{sp} = E_{vs} + E_{tep} + E_{ost} + E_{sp}^{přec} + E_{inv} \quad (7)$$

$E_{sv}^{dg}$  (MWh) je výroba elektřiny v diesel generátorech

$E_{ext}$  (MWh) elektřina nakoupená od externího dodavatele přímo připojeného k výrobě

$E_{dist}$  (MWh) elektřina odebrána od výrobce přímo připojeného k výrobě za účelem vyvedení výkonu jeho výroby do distribuční sítě nebo předávací stanice

$E_{do}^{přev}$  (MWh) převod elektřiny do jiné výroby

$E_z^{přev}$  (MWh) převod elektřiny z jiné výroby

$E_{ciz}$  (MWh) elektřina prodaná externím odběratelům přímo připojeným k výrobě

$E_{sít}$  (MWh) saldo elektřiny dodané do sítě

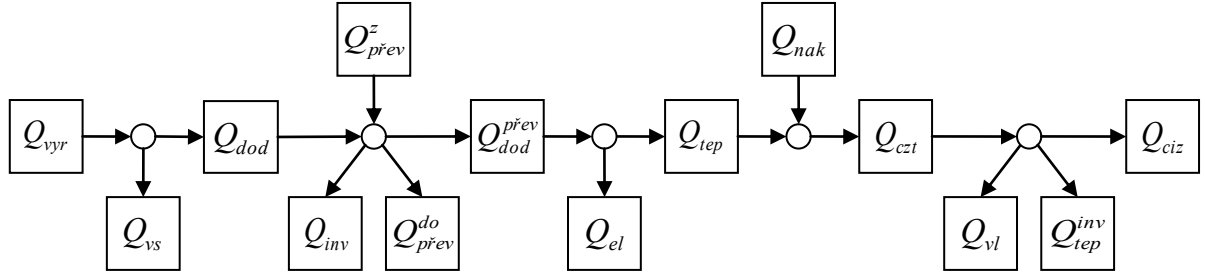
$$E_{sít} = E_z^{dod} + E_{sv}^{dg} + E_{ext} + E_{dist} - E_{přev} - E_{ciz} \quad (8)$$

$E_{sít}^{odb}$  (MWh) odběr elektřiny ze sítě

$E_{sít}^{dod}$  (MWh) dodávka elektřiny do sítě



### Bilance tepelné energie



**Obrázek 20:** Schéma bilance tepelné energie [14].

Schéma výroby a dodávky tepla je na obrázku 20.

$Q_{vyr}$  (GJ) je teplo předané do pracovního média v kotli nebo parogenerátoru

$Q_{vs}$  (GJ) zahrnuje teplo využitě na vlastní spotřebu a ztráty tepla.

Jedná se například o:

- spotřebu tepla v rozmrazovacím tunelu,
- spotřebu tepla na ohřev topných olejů,
- spotřebu turbonapájecích čerpadel,
- spotřebu pro chemickou úpravu vod,
- spotřebu v primárním okruhu JE,
- spotřebu pro speciální provozy,
- ztráty tepla v parním nebo vodovodním potrubí.

$Q_{dod}$  (GJ) je dodávka tepla. Podle schématu pro dodávku tepla platí:

$$Q_{dod} = Q_{vyr} - Q_{vs} \quad (9)$$

$Q_{inv}$  (GJ) je spotřeba tepla pro investiční výstavbu a projekty

$Q_{přev}^z$  (GJ) je teplo převedené z jiné výroby

$Q_{přev}^{do}$  (GJ) je teplo převedené do jiné výroby

$Q_{přev}$  (GJ) je převod tepla mezi výrobami

$$Q_{přev} = Q_{přev}^z - Q_{přev}^{do} \quad (10)$$

$Q_{přev}^{dod}$  (GJ) je dodávka tepla včetně převodu

$$Q_{přev}^{dod} = Q_{dod} - (Q_{přev}^{do} - Q_{přev}^z) \quad (11)$$

$Q_{el}$  (GJ) je teplo spotřebované pro výrobu elektrické energie

### Výroba a dodávka teploty

$Q_{tep}$  (GJ) je výroba tepla pro teploty účely

$Q_{nak}$  (GJ) je nákup teploty z cizích zdrojů

$Q_{czt}$  (GJ) je dodávka tepla pro teploty účely

$$Q_{czt} = Q_{tep} + Q_{nak} \quad (12)$$

$Q_{vl}$  (GJ) je vlastní spotřeba teploty

$Q_{tep}^{inv}$  (GJ) je spotřeba teploty pro investiční stavbu a projekty

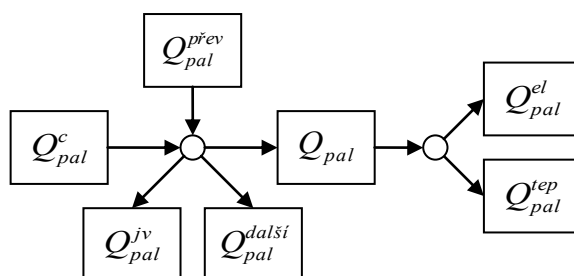
$Q_{ciz}$  (GJ) je teplo prodané externím odběratelům

$$Q_{ciz} = Q_{czt} - Q_{vl} - Q_{tep}^{inv} \quad (13)$$

### Bilance paliva

Bilance paliva se liší podle typu výroby. Pokud je výrobnou jaderná elektrárna, pak je palivem pouze uran<sup>9</sup>. Výroby pro klasická tuhá paliva používají převážně uhlí. V současné době směs biomasy a uhlí, případně pouze biomasy.

Výroby na klasická paliva:



**Obrázek 21:** Schéma tepelné bilance paliva pro klasické výroby [ČEZ].

$Q_{pal}^c$  (GJ) je celková uvolněná energie při spalování paliva

$$Q_{pal}^c = \sum_i M_{pali} \cdot Q_i^r \quad (14)$$

Kde  $M_{pali}$  (t) je spotřebované množství i-tého paliva a  $Q_i^r$  (GJ/t) je výhřevnosti i-tého paliva<sup>10</sup>.

$Q_{pal}^{jv}$  (GJ) spotřeba energie na přepracování odpadních surovin na jiné výrobky (sádra, brikety).

$Q_{pal}^{dalši}$  (GJ) je další spotřeba energie z paliva (údržba, sušení vyzdívek, primární zkoušky atd.).

<sup>9</sup> Zde beru v úvahu pouze tuzemské jaderné výroby využívajících tepelných neutronů. Jako paliva lze v JE používat například MOX.

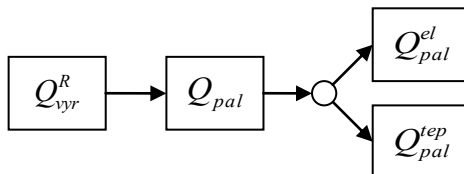
<sup>10</sup> Při stanovení výhřevnosti je zajištěno reprezentativní vzorkování spotřebovaného paliva.

$Q_{pal}^{přev}$  (GJ) je převod energie z paliva v souvislosti s převodem tepla.

$Q_{pal}$  (GJ) je množství tepelné energie na výrobu tepla.

$$Q_{pal} = Q_{pal}^c - Q_{pal}^v - Q_{pal}^{další} + Q_{pal}^{přev} \quad (15)$$

Jaderné výrobny:



**Obrázek 22:** Schéma bilance tepelné energie pro jaderné výrobny [14].

$Q_{vyr}^R$  (GJ) je teplo vyrobené v jaderném reaktoru.

$$Q_{vyr}^R = Q_{vyr} - (Q_{př}^{PO} - Q_{odv}^{PO}), \quad (16)$$

kde  $Q_{vyr}$  (GJ) je teplo vyrobené na parogenerátorech.

$Q_{př}^{PO}$  (GJ) teplo odvedené z primárního okruhu.

$Q_{odv}^{PO}$  (GJ) teplo přivedené z primárního okruhu.

### Elektrická energie vyrobená z obnovitelných zdrojů energie (OZE)

Způsob stanovení množství elektřiny při společném spalování biomasy a neobnovitelného zdroje energie upravuje vyhláška ERÚ č. 502/2005 Sb. Vzor výkazu o výrobě elektřiny ve vodních elektrárnách a z obnovitelných zdrojů při čistém spalování biomasy je uveden ve vyhlášce ERÚ č. 541/2005 Sb.

Způsob výpočtu množství elektřiny vyrobené společným spalováním biomasy a neobnovitelného zdroje energie  $E_{oze}$  (MWh) [14]:

$$E_{oze} = E_{dod} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n Q_{vyri} \cdot \frac{Q_{pali}^{oze}}{Q_{pali}}}{\sum_{i=1}^n Q_{vyri} \cdot \frac{Q_{pali}^{oze}}{Q_{pali}} + \left[ \sum_{i=1}^n Q_{vyri} \cdot \frac{Q_{pali}^{fos}}{Q_{pali}} - Q_{vyr} \cdot \beta \right]} \quad (17)$$

$Q_{pal}^{fos}$  (GJ) tepelná energie z fosilního paliva.

$Q_{pal}^{oze}$  (GJ) tepelná energie z biomasy.

$n$  je počet kotlů ve skupině.

## Elektrická energie z kombinované výroby elektrické energie a tepla (KVET)

Způsob výpočtu elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby elektřiny a tepla upravuje vyhláška MPO č. 344/2009 Sb.

Nutné podmínky pro uplatnění elektřiny KVET jsou:

- dosažení 10% úspory primární energie proti oddělené výrobě elektřiny a tepla nebo,
- dosažení minimální účinnosti výroby energie definované vyhláškou.

Elektrickou energii vyrobenou z kombinované výroby elektřiny a tepla  $E_{sv}^{kvet}$  (MWh), lze vyjádřit vztahem [14]:

$$E_{sv}^{kvet} = (Q_{tep} \cdot y_{ko(p)} \cdot x_p) / 3,6 \quad (18)$$

Kde  $x_p$  (-) je součinitel vlivu zatížení parní turbíny podle vyhlášky,  $y_{ko(p)}$  (-) je směrné číslo uvedené ve vyhlášce č. 344/2009 Sb.

## Bilance emisí znečišťujících látek

V bilancích emisí znečišťujících látek sledujeme tyto chemické látky:

- oxid uhličitý ( $CO_2$ ),
- oxid siřičitý ( $SO_2$ ),
- oxidy dusíku ( $NO_x$ ),
- tuhé znečišťující látky (TZL),
- oxid uhelnatý (CO).

Emise znečišťující látky se určí z jejich emisního faktoru vynásobený spotřebou paliva za dané období (měsíčně). Emisní faktor je u jednorázově měřených zdrojů pro  $NO_x$  a CO určen z měření. Ostatní emisní faktory jsou dány konstantně z vyhlášky 352/2002. Měření se provádí dle velikosti (výkonu v MW) zdroje jednou až dvakrát ročně. U blokových kotlen, kde jsou všechny kotle stejné, jsou měřeny pouze některé emisní látky, ostatní jsou dopočítány průměrem. Pokud není možné hodnoty změřit, jsou nahrazeny tabulkovými hodnotami z vyhlášky 352/2002.

$$\text{Emise (t/rok)} = \text{Spotřeba paliva (m}^3\text{)} \cdot \text{Emisní faktor (kg/10}^6\text{m}^3\text{)} / 10^9.$$

Emise  $CO_2$  jsou počítány obdobně, jen je ještě brána v úvahu výhřevnost paliva a oxidační faktor paliva.

$$\text{Emise } CO_2 \text{ (t/rok)} = \text{Spotřeba paliva (m}^3\text{)} \cdot \text{Výhřevnost (MJ/m}^3\text{)} \cdot \text{Emisní faktor } CO_2 \text{ (t } CO_2\text{/TJ)} \cdot \text{Oxidační faktor (\%)} / 10^8.$$

Množství emisí znečišťující látky  $M_{xN}$  (t) určíme [14]:

$$M_{xN} = m_x \cdot (Q_{pal} \cdot p_s \cdot Q_{pal}^{zs} - Q_{pal}^{zt}) + p_s \cdot M_x^{zs} + p_t \cdot M_x^{zt} \quad (19)$$

$m_x$  je koeficient normy emisí znečišťující látky  $x$  (nezahrnuje emise související se zatápkou)

$p_s$  je počet studených zatápek

$p_t$  je počet teplých zatápek

$Q_{pal}^{zs}$  (GJ) je teplo studených zatápek

$Q_{pal}^{zt}$  (GJ) je teplo teplých zatápek

$M_x^{zs}$  je norma emisí znečišťující látky  $x$  pro studenou zatáпку kotle

$M_x^{zt}$  je norma emisí znečišťující látky  $x$  pro studenou zatáпку kotle

## 4 Jazyk SQL a databázové systémy

### 4.1 Historie a vývoj databázových systémů

Počátek databází a databázového zpracování můžeme nalézt v 60. letech minulého století, kdy firma IBM vytvořila první databázový systém založený na hierarchickém modelu. Tento model předpokládal hierarchické uspořádání dat, podobné jako organizační struktura organizace. Datová základna byla tvořena stromy, které měly mezi nadřizenými a podřizeným uzlem vztah 1:n<sup>11</sup> [17].

V 70. letech minulého století se začaly stromy v hierarchickém modelu propojovat a bylo možné popisovat i složitější struktury než pouhé hierarchické vazby. Přesto se stále nedařilo popisovat všechna data a vazby mezi nimi, tak jak se reálně vyskytují. V polovině 70. let minulého století se proto začaly objevovat zcela nové databázové systémy založené na relacích a relační algebře. V 80. letech minulého století relační databáze a relační algebra zcela ovládly databázové prostředí a jazyk SQL se postupně stal jediným prostředkem pro práci s tímto typem databázových systémů [17].

V letech 1974-1975 probíhal ve firmě IBM výzkum týkající se možnosti využití relačních databází. Pro tento projekt bylo nutné vytvořit sadu příkazů, kterými by se relační databáze ovládala. Vznikl tak jazyk SEQUEL (Structured English Query Language). Jak vypovídá jeho název, bylo cílem tvůrců vytvořit jazyk, ve kterém by se příkazy tvořily syntakticky co nejbližší běžnému jazyku. Tento jazyk byl v upravené formě SEQUEL/2 použit v databázovém systému SYSTEM R v roce 1977 [24].

Výhody relačního systému si uvědomovaly i další firmy. V roce 1979 uvedla na trh firma Relational Software, Inc. (dnešní Oracle Corporation) svůj relační databázový systém Oracle. Firma IBM nadále vylepšovala svůj systém a v roce 1981 uvedla nový systém SQL/DS a později v roce 1983 systém DB2. Vznikaly databázové systémy i jiných firem, například Progress, Informix a SyBase. V těchto systémech se používaly různé verze jazyku SEQUEL, který se přejmenoval na SQL (Structured Query Language) [20, 21].

V 80. letech minulého století vstoupila do hry také americká standardizační organizace ANSI, která vytvořila specifikaci jazyka SQL pod názvem ANSI-SQL. Pro relační databázové systémy to byl klíčový okamžik, protože standard znamenal zlepšení kompatibility mezi různými výrobci databází. Což znamenalo, že zkušenosti získané v jednom relačním databázovém systému se daly využít i v konkurenčním systému [20, 22].

V současné době se vývoj ubírá směrem k objektovým databázím, jejichž hlavní výhoda spočívá v možnosti uchovávání širokého spektra dat. Od znakových, obrazových až po multimediální data [17].

### 4.2 Databázové systémy

Tradiční a relativně nejčastější použití výpočetní techniky je v oblasti zpracování dat. Rozsáhlejší systémy pro zpracování dat se nazývají informační systémy. Rozumíme jimi systémy pro sběr, uchovávání, vyhledání a zpracování dat za účelem poskytnutí informací. Pro

---

<sup>11</sup> Jeden nadřizený uzel má jednoho nebo více následníků

klasické hromadné zpracování dat je charakteristické, že soubory jsou strukturovány podle potřeb konkrétních programů, které je používají. Ze zadání problému usuzujeme na to, jaká data budeme potřebovat pro zpracování a podle toho navrhujeme soubory, které používá daný program. V každém programu je pak přesně udáno, které soubory potřebuje, jak jsou strukturovány a organizovány, jaké výsledné informace se mají získat a do kterých výstupních souborů se mají uložit. Popisy souborů jsou součástí uživatelských programů, z čehož vyplývá řada těžkostí [19]:

- **Programy a data jsou navzájem závislé.** Pokud je nutné změnit organizaci dat, je třeba tyto změny promítnout do všech programů a podprogramů, které s daty pracují.
- **Redundance dat.** Agendy jsou pojímány jako relativně izolované části informačního systému bez širšího sdílení dat. Tak se může stát, že stejné údaje o pracovnících podniku jsou uvedeny v několika souborech - v evidenci osobní, účetní, zdravotní atd.
- **Nekonzistence dat.** Je-li některý údaj redundantní, pak musí mít ve všech souborech stejnou hodnotu. Tato vlastnost se nazývá konzistence. Může se stát, že při změně hodnoty se nepromítne tato změna do všech souborů a data se stanou nekonzistentní.
- **Nekompatibilita dat.** Data stejného významu se v různých agendách mohou získávat odlišnými metodami a v různém čase, což může mít za následek odlišnost výstupních informací jednotlivých agend.
- **Obtížná dosažitelnost dat.** Pro informaci o stavu dat, je nutné vytvořit zvláštní aplikační program. Případně je možné použít již existující výstupy aplikačních programů a požadovanou informaci v nich hledat manuálně.
- **Izolovanost dat.** Data mohou být roztroušena v různých souborech. Soubory mohou být různě organizovány a data mohou mít různý formát. Tím se značně komplikuje tvorba nových aplikačních programů.
- **Problém současného přístupu více uživatelů.** Např. v systému rezervace místenek se jedná o koordinaci paralelních procesů, kdy jeden může modifikovat data a druhý číst. V podstatě to není možné v souborech s vysokou redundancí, kdy je nutné aktualizovat údaj na mnoha místech.
- **Problém ochrany dat před zneužitím.** Při zpracování dat není žádoucí, aby mohl kdokoliv provádět s daty operace, nebo aby k nim měl přístup. Při zpracování dat klasickým způsobem, jsou data umístěny v mnoha různých souborech, což velmi ztěžuje ochranu dat.
- **Problém integrity dat.** Hodnoty dat podléhají omezením, které odrážejí vlastnosti skutečných objektů ve světě. Také všechna data v datových souborech musí odpovídat stavu reálného světa. Této vlastnosti říkáme integrity. Součástí aplikačních programů musí být kontrola vstupujících dat, což v případě kontroly více souborů, může aplikační program zbytečně zkomplikovat.

Výše uvedené problémy klasických metod hromadného zpracování dat vedly ke vzniku a rozvoji databázových systémů. Mají následující vlastnosti [19]:

- struktury datových souborů jsou odděleny od aplikačních programů,
- přístup k datům je možný jen prostřednictvím programů databázového systému,
- data je možné vyhodnotit jakýmkoliv způsobem,
- je umožněn přístup více uživatelů současně a je vyřešena ochrana dat proti zneužití.

Data již nejsou organizována v izolovaných souborech, ale v centrálně zpracovávané struktuře dat, zvané databáze DB (database). Všechny implementační programy jsou realizovány prostřednictvím speciálního programového vybavení, které se nazývá systém řízení báze dat SŘBD (database management system, DBMS). Ten spolu s databází tvoří databázový systém DBS (database system) [19]. Zjednodušeně lze tedy říci, že:

$$DB + SŘBD = DBS.$$

Systém řízení báze dat zahrnuje (SŘBD):

- prostředky pro popis dat, které se někdy označují jako jazyk typu DDL (data definition language - jazyk pro definici dat),
- prostředky pro popis algoritmu, označované jako jazyk typu DML (data manipulation language - jazyk pro manipulaci s daty).

Jazyk typu DDL slouží k vytvoření všech definic uživatelských dat potřebných v aplikaci. Jazyk typu DML se používá jednak k aktualizaci dat (tj. k změnám dat v databázi, přidávání a rušení), jednak k výběru dat z databáze podle daných požadavků. Část DML určená pro výběr dat se nazývá dotazovací jazyk (query language).

### Nezávislost dat

Nezávislostí dat se v databázových systémech rozumí možnost změnit definice dat na nižší úrovni, aniž by se tím ovlivnila definice dat na vyšší úrovni. Rozlišujeme dvě úrovně nezávislosti dat [19]:

- **Fyzická nezávislost dat** umožňuje změnit fyzické schéma a přitom nedojde ke změně logického schématu ani uživatelských aplikačních programů.
- **Logická nezávislost dat** umožňuje změnit konceptuální úroveň popisu dat, aniž by bylo třeba přepisovat aplikační programy. Na externí úrovni se přitom nemění pohled těch uživatelů, jichž se změna logického schématu přímo netýká.



## Sdílení dat

Na rozdíl od klasického zpracování dat je při databázovém zpracování konceptuální úroveň<sup>12</sup> prostřednictvím externí úrovně<sup>13</sup> přístupná všem aplikačním programům (a je zaručena její stabilita v čase i při změnách fyzického schématu na interní úrovni.) Proto není nutné získávat redundantní údaje a celkový objem dat se sníží. Skutečnost, že se data sdílejí všemi aplikačními programy má kromě snížení redundance příznivý vliv i na celkovou celistvost informačního systému. Nedochází k náhodným rozdílům v hodnotách sdílených dat, které se používají na různé účely. Centralizací dat do sdílené databáze se odpovědnost za správu dat přenesla z jednotlivých agend na databázový systém. V rámci uživatelské organizace se předpokládá, že jeho provoz má na starosti pověřená osoba, tzv. administrátor databáze. Do jeho kompetence patří vytváření schémat na všech úrovních, definice a popis vazeb mezi jednotlivými úrovněmi. Externí schémata vytváří administrátor přitom podle požadavků uživatelů [19].

## Integrita

Integrita databáze je stav, v němž jsou data v plném rozsahu přípustná a využitelná v aplikačních programech a mezi hodnotami položek souborů databáze platí vztahy, které jsou stanoveny k zaručení sémantické korektnosti databáze. Jinak se dá také říci, že je to stav, kdy hodnoty dat jsou správné, konzistentní a aktuální. K narušení integrity může dojít chybami technického i základního programového vybavení, chybami v aplikačních programech a v datech apod. Součástí aplikačních programů musí být kontrola správnosti vstupujících dat. Některé systémy řízení báze dat mají možnost uchovat integritní omezení. Např. formule v predikátovém kalkulu 1. řádu, které po interpretaci hodnot položek databáze nabývají hodnotu "True", nebo "False" a informují o tom, zda stav databáze je správný či nikoliv. Tímto způsobem se dá zamezit provedení aktualizací příkazů, které by vedly k nesprávnému stavu databáze. Procedury ukládání dat musí být takové, aby systém řízení báze dat v případě vzniku chyby mohl obnovit data beze ztrát. Z tohoto důvodu je SŘBD vybaven funkcemi kopírování celé databáze, nebo jejích částí na záložní paměťové médium. V případě, že by došlo ke ztrátě integrity, použije se kopie databáze k její obnově. Pokud je riziko ztráty velké nebo má značné důsledky, používají se jemnější kopírovací procedury. Jednou z nich je použití tzv. žurnálové záložní paměti, kam se při každé změně dat v databázi zaznamená stav menších oblastí (záznamu, bloku) před změnou a po změně [19].

## Náhodný přístup

Agendové zpracování<sup>14</sup> je zaměřené jednoúčelově a předpokládá, že všechny požadavky na výstupní informace jsou specifikovány předem. Při používání programu se velmi často objeví dodatečné požadavky na jeho funkci, jejichž realizace si může vyžádat značné programátorské úsilí. V databázovém systému vzhledem k nezávislosti dat na aplikačních programech je snadné napsat nový aplikační program, který zabezpečí provedení požadované akce. V mnoha případech jde o požadavek na výběr dat podle zadaného kritéria. Většina SŘBD je vybavena speciálními uživatelskými jazyky neprocedurálního charakteru, které jsou orientovány na využití běžnými uživateli. Možnost realizace náhodného přístupu k databázi výrazně zlepšuje

---

<sup>12</sup> Konceptuální úroveň reprezentuje celkový logický přehled nebo je schématem celé databáze.

<sup>13</sup> Externí úroveň reprezentuje data z pohledu uživatele.

<sup>14</sup> Sada programů řešící konkrétní úlohy – agendový přístup.

využití dat v informačním systému a je často jedním z hlavních důvodů přechodu na databázovou technologii zpracování dat [19, 20].

### **Modely dat**

Posláním automatizovaného informačního systému je poskytovat informace o určité části reálného světa. Informační systém a jeho konstrukce je současně určitým druhem modelu reality. Před vybudováním databáze je tedy nutné analyzovat realitu a zvolit objekty, o nichž chceme v databázi udržovat informaci. Objekty lze přitom rozdělit do dvou tříd:

- Entity - rozumíme jimi abstrakce libovolných existujících věcí.
- Hodnoty - charakterizují, popisují entity.

Vlastnosti entit se nazývají atributy. Atribut přiřazuje každé entitě z množiny entit hodnotu z nějaké neprázdné množiny nazývané doména atributu. Atribut je tedy funkce z množiny entit do domény atributu [19, 20].

## **4.3 Databázové objekty**

### **Objekt databáze**

Databáze představuje ve své podstatě nejvyšší úroveň objektu, na který se můžeme v rámci daného SQL serveru odvolávat. Většina ostatních objektů v SQL serveru jsou potomky základního objektu databáze. Databázi obvykle tvoří skupina objektů tabulek a nejčastěji také dalších objektů, jako jsou například uložené procedury a pohledy, které náleží určitému seskupení dat, uložených v tabulkách této databáze. Jeden relační databázový systém, jako je například i SQL server, může na jediném serveru obsahovat celou řadu různých uživatelských databází [20, 23].

### **Transakční protokol**

Veškeré provedené změny v databázi se nezapisují jen do databáze, ale zapisují se zároveň do tzv. transakčního protokolu. V určitém pozdějším okamžiku se v databázi vyvolá tzv. kontrolní bod a právě v tento moment se veškeré změny zaznamenané v protokolu přenesou také do vlastního databázového souboru [20, 24].

Databáze je uspořádaná pro náhodný přístup, zatímco protokol je svoji povahou sekvenční. V souboru databáze je možné díky náhodnému přístupu provádět všechny operace poměrně rychle, zatímco v protokolu vzhledem k sériovému přístupu události postupují v předem daném pořadí. Protokol postupně shromažďuje informace o změnách, které se považují za potvrzené a správné a poté se ověřená data přesunou do databázového souboru [20].

## Objekt tabulka

Tabulky jsou v databázovém systému nejdůležitějším prvkem. Každá tabulka se skládá z doménových dat<sup>15</sup> a entitových dat<sup>16</sup>. V tabulkách jsou tak uložena vlastní data příslušné databáze.

Každá definice tabulky obsahuje takzvaná metadata, která blíže popisují povahu obsažených dat v tabulce. Dále má každý sloupec definovanou svoji vlastní množinu pravidel. Ta vymezují data, která se dají do daného sloupce uložit. Při narušení těchto pravidel, může systém zamítnout vložení, úpravu nebo vymazání řádku v databázi [20].

## Indexy

Index je objekt, který existuje pouze v rámci určité tabulky nebo pohledu. Databázový index funguje do značné míry stejně jako rejstřík v knize. Stránky v knize jsou číslovány a jednotlivé sekce knihy rozdělené do kapitol. Poté je vytvořen rejstřík, podle něhož přehledně a rychle dohledáme požadované informace. Indexy nám tedy urychlují operaci vyhledávání. Indexy můžeme rozdělit do dvou kategorií [19, 23]:

- Clusterované – index může být v tabulce jen jeden. Data v tabulce jsou seřazena podle tohoto indexu.
- Neclusterované – těchto indexů může být v tabulce libovolné množství.

## Spouště

Spouště, z anglického slova Trigger, je objekt, který opět existuje v rámci jedné tabulky. Slouží ke spuštění příslušného programového kódu při proběhlé události v tabulce. Například při odstranění řádku v jedné tabulce se odstraní příslušné návaznosti v jiných tabulkách [20].

## Pohledy

Pohled je v podstatě virtuální tabulka. Většinou se také jako tabulka používá. Rozdíl je v tom, že sama o sobě žádná data neobsahuje. Data se vygenerují při spuštění pohledu. Na SQL serveru máme možnost si vytvořit tzv. indexovaný pohled<sup>17</sup>. Mechanismus indexovaných pohledů má několik důsledků pro výkonost systému:

- Pohledy, které se odkazují na několik tabulek, se s indexovaným pohledem provádějí rychleji, protože potřebná operace spojení tabulek se konstruuje dopředu.
- Agregace prováděné v pohledu se vypočítají předem a uloží se jako součást indexu. To znamená, že se agregace provádí jen jednou a posléze je možné ji přečíst přímo z informací indexu.
- Operace vkládání a odstraňování mají vyšší režii, protože se musí aktualizovat index pohledu.

---

<sup>15</sup> Což jsou sloupce, které popisují doménu, neboli obor hodnot.

<sup>16</sup> Řádky, které definují jednotlivé entity neboli výskyty.

<sup>17</sup> Na Oracle databázi se jmenuje "zhmotnělý pohled" [22].

Pohledy lze sestavit i napříč databázemi, mezi různými servery. To nám dává možnost sestavit přehled z dat uložených na různých serverech a vytvořit tak jednu logickou tabulku [20].

### **Uložené procedury a funkce**

Uložené procedury (stored procedures) jsou základem programování na SQL serveru. Pod tímto pojmem rozumíme uspořádanou posloupnost příkazů jazyka Transact-SQL, která je zabalená do ucelené logické jednotky. V těchto uložených procedurách jsou povoleny proměnné a parametry a také výběrové konstrukce a cykly. Uložené procedury mají oproti posílání jednotlivých příkazů na server tyto výhody [23]:

- Odvoláváme se na ně pomocí zkráceného názvu a při jejich volání nezapisujeme celý řetězec textu. To znamená, že pro vykonání programového kódu pomocí uložené procedury je potřeba přenést po síti menší množství dat.
- Jsou předem optimalizovány a zkompilovány.
- Představují zapouzdření daného procesu. Například z názvu procedury není možné vyčíst, se kterými tabulkami pracuje. Což je výhodné především z bezpečnostních důvodů.
- Dají se volat i z jiných uložených procedur.

Uživatelsky definované funkce se v mnoha ohledech podobají uloženým procedurám. Na rozdíl od uložených procedur mohou jednak vracet hodnotu většiny datových typů a jednak nemohou mít žádné vedlejší efekty. To znamená, že nemohou měnit nic mimo obor funkce. Uživatelsky definované funkce se tak podobají funkcím známým z VBA, nebo C++ [21].

## 5 MS Excel a programovací jazyk VBA

### 5.1 Stručná historie tabulkových procesorů

První elektronický tabulkový procesor se jmenoval VisiCalc a vznikl v roce 1978. Byla to doba, kdy se v prostředí kanceláří ještě nevyskytovaly žádné osobní počítače. VisiCalc byl napsán pro počítač Apple II a položil tak základy pro budoucí generace tabulkových procesorů. Způsob zapisování dat do řádků, sloupců a zápis vzorců můžeme najít i v moderních tabulkových systémech.

S postupným vývojem počítačů přicházely na svět další společnosti zabývající se vývojem softwaru. Firma s názvem SORCIM vytvořila konkurenční produkt k VisiCalc, který se jmenoval SuperCalc. V roce 1981 vstoupil na scénu IBM PC a tím zahájil éru osobních počítačů. VisiCalc i SuperCalc byly rychle přizpůsobeny pro PC [25].

V lednu 1983 byl uvolněn na trh produkt s názvem 1-2-3 společnosti Lotus Development Corporation. Slavil okamžitý úspěch i přes svoji vysokou cenu 495 dolarů. Okamžitě zastínil všechny ostatní tabulkové procesory a stal se nejprodávějším produktem po několik let. Lotus 1-2-3 zlepšoval všechny vlastnosti svých předchůdců a dokázal také využít celý výkon 16 bitového IBM PC AT. Jeho hlavní předností byla rychlost a svižnost. To, co bylo na tomto systému jedinečné, byla podpora jednoduchých maker. Bylo možné nahrávat sledy úhozů kláves a následně je libovolně spouštět. Tato funkcionality byla sice vzdálená od nynějších moderních maker, ale byl to rozhodně krok správným směrem. Poslední verze Lotusu 1-2-3 obsahovaly tzv. Lotus skript. Byl to skriptovací jazyk podobný jazyku VBA. Slávu Lotusu 1-2-3 ukončil až Microsoft Excel [25].

V roce 1982 zveřejnil Microsoft první tabulkový procesor s názvem Multiplan. Byl navržen pro počítače pracující s operačním systémem CP/M a poté byl migrován na řadu dalších platform. Včetně Apple II, Apple III, XENIX a MS-DOS. Hlavním nedostatkem Multiplanu bylo, že zcela ignoroval požadavky a standardy tehdejší doby. Složitě se používal a učil, a proto si ve Spojených státech amerických nezískal přílišnou oblibu. První podoba Excelu, která vznikla z Multiplanu, byla vydána v roce 1985 pro počítače Macintosh. Pro počítače se systémem Windows pak v roce 1987 vznikla verze Excel 2.0. Následující vydané verze se již postupně blížily tomu, jak je známe ze současných funkcionalit MS Excelu, a které bereme už jako samozřejmost. Jsou to například panely nástrojů, možnosti kreslení, použití doplňku, podpora technologie OLE, 3D grafy, tlačítka pro makra, zalamování textu v buňkách atd. [25].

Nelze opomenout verzi Excelu 2000. Mnohými uživateli i programátory pracující v prostředí Excelu označován jako "dosažení dokonalosti" v tabulkových procesorech. V současné době se stále hojně používá MS Excel 2007<sup>18</sup>. Ten zavádí nový vzhled, ovládání a funkce. Oproti předešlým verzím obsahuje Excel 2007 například tyto nové funkcionality [26]:

- **menu ve tvaru pásu karet,**
- **podmíněné formátování** - je možno používat barevné škály a sady ikon,
- **barevná schémata,**

---

<sup>18</sup> I když už je vydaná nová verze Excel 2010 a před vydáním je verze Excel 2012.

- **filtr** - vyhledávat lze podle mnoha kritérií např. podle barvy pozadí, podle barvy písma, podle objektů, různé možnosti filtrování čísel,
- **obohacena funkcionalita pravého tlačítka myši** - při použití pravého tlačítka myši se zobrazí panel nástrojů, není tedy potřeba přejíždět myší na pás karet,
- **grafy**,
- **nové funkce** - např. práce s komplexními čísly, convert - funkce pro převod mezi fyzikálními jednotkami, převodní - mezi číselnými soustavami, logické - přidání nových logických funkcí,
- **správce názvu oblastí**,
- **vkládání symbolů**,
- **řádek podpisů**,
- **vývojář** - speciální záložka, která se aktivuje až po změně defaultního nastavení, umožňuje práci nejen s Visual Basicem,
- **šablony**,
- **přidání nového listu** - přidání nového listu je nyní otázkou jednoho kliku myší,
- **zaznamenávání maker** – lepší přístupnost tlačítka,
- **lupa** – zdokonalení nástroje.

## 5.2 Prostředí MS Excel 2007

Dnes je převážná většina kopií Excelu prodávána jako součást balíku Microsoft Office, tedy skupiny produktů, mezi něž spadá několik dalších programů<sup>19</sup>. Tyto jednotlivé součásti spolu umí velmi dobře komunikovat a vzájemně se doplňovat. Všechny součásti Office navíc mají stejné rozhraní a podporují jazyk VBA [26].

Z pohledu vývojáře patří mezi klíčové rysy Excelu 2007 následující:

- **Souborová struktura.** Orientace na práci s více listy umožňuje snadnou organizaci prvků aplikace a jejich ukládání do jednoho souboru. Jeden sešit může tedy sestávat z libovolného počtu pracovních listů a grafů. Uživatelské formuláře a moduly VBA se také ukládají do sešitu, zůstávají však před zraky běžného uživatele skryty.
- **Visual Basic for Applications.** Tento programovací jazyk umožňuje vytvářet strukturované programy přímo v Excelu. Velmi snadno se v tomto programovacím jazyce přidávají ovládací prvky (tlačítka, seznamy, přepínače atd.) na pracovní listy. Implementace těchto ovládacích prvků často obnáší minimální či dokonce žádné znalosti programování.
- **Vlastní dialogová okna.** Poměrně snadno lze vytvářet vlastní dialogy a formuláře.
- **Vlastní funkce pracovních listů.** Pomocí VBA lze vytvářet vlastní funkce pracovních listů, které zjednoduší vzorce a výpočty.
- **Přizpůsobitelné uživatelské rozhraní.** Do jisté míry lze přizpůsobovat uživatelské rozhraní tak, jak vývojář potřebuje, nebo jak si koncový uživatel přeje. Libovolná změna vzhledu v Excelu 2007 i Excelu 2010 však stále není možná.

---

<sup>19</sup> Přesná skladba programů záleží na verzi balíku MS Office.

- **Přizpůsobitelné místní nabídky.** Pomocí jazyka VBA lze upravovat místní nabídky, které se vyvolávají klepnutím pravého tlačítka na objekt. Těmto nabídkám se také někdy říká "kontextové".
- **Výkonná analýza dat a kontingenční tabulky.** Excel dokáže velmi snadno pracovat i s velkými objemy dat. Velkým pomocníkem jsou také tzv. kontingenční tabulky, které jsou velkou chloubou a pomocníkem programu Excel.
- **Microsoft Query.** K důležitým datům lze přistupovat přímo z prostředí pracovního listu. Mezi podporované zdroje dat patří všechny standardní databázové formáty, textové soubory a webové stránky.
- **Technologie DAO (Data Access Objects) a ADO (ActiveX Data Objects).** Tyto technologie umožňují snadno pracovat s externími databázemi pomocí VBA.
- **Možnosti zabezpečení.** Aplikace může být zabezpečena heslem a jednotlivé buňky na listech uzamčeny<sup>20</sup>.
- **Možnost vytváření "kompilovaných" doplňků.** Jediným příkazem lze vytvořit soubory XLA obsahující doplňky, které se pak připojují do uživatelského rozhraní Excelu.
- **Podpora automatizace.** Pomocí VBA lze ovládat a řídit i jiné aplikace, které podporují automatizaci. Makro v jazyce VBA tak může například generovat tiskové sestavy v Microsoft Wordu, nebo vytvářet reporty z databázových aplikací.
- **Schopnost vytvářet webové stránky.** Ze sešitu Excelu lze vytvořit stránku HTML. Výstupní kód HTML nepatří k těm nejúspornějším, ovšem webové prohlížeče s ním dokážou pracovat.

Při vytváření aplikací v Excelu zacházíme většinou s objekty. Objekty jsou prvky Excelu, se kterými můžeme pracovat jednak ručně, nebo prostřednictvím maker. Mezi objekty Excelu patří například:

- aplikace Excel,
- sešit v Excelu,
- list v sešitu,
- oblast v listu,
- ovládací prvek seznam na uživatelském formuláři,
- vložený graf,
- graf na samostatném listu,
- atd.

V prostředí Excelu platí tzv. objektová hierarchie. Objekt Excelu obsahuje objekty sešitů, ty obsahují objekty listů a ty zase objekty oblastí. Tento hierarchický systém se nazývá objektový

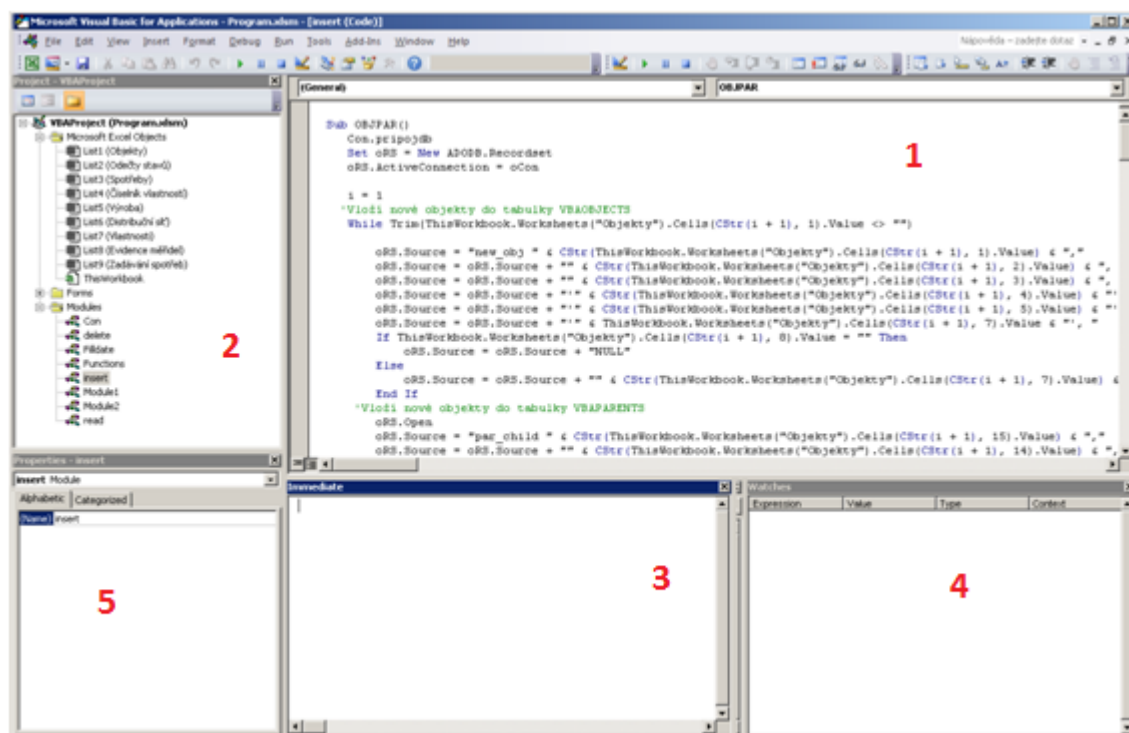
---

<sup>20</sup> Zde je nutno dodat, že Microsoft nikdy nevydával Excel jako dokonale zabezpečený a neproniknutelný program. Šikovný hacker se dokáže dostat přes zaheslování během několika minut. V Excelu 2003 bylo možné prolomit zabezpečení dokonce pomocí několika kliknutí.

model. Excel obsahuje více než 200 různých tříd objektů, které se dají ovládat přímo, nebo pomocí jazyka VBA.

### 5.3 Programovací jazyk VBA

Zkratka VBA znamená "Visual Basic for Application". Vychází z jazyka BASIC, vytvořeného v 60. letech minulého století. BASIC měl sloužit k rychlému a snadnému naučení principů programování na vysokých školách. Postupem času získal takovou oblibu, že se jeho vývoj neustále zdokonaloval a rozšířil se i do komerčního prostředí [27, 28].



Obrázek 23: Prostředí editoru pro Visual Basic.

Prostředí, ve kterém se s programovacím jazykem VBA pracuje, se nazývá VBE, tedy "Visual Basic Editor". To se skládá z jednotlivých oken a nabídek stejných jako v prostředí Excelu. Samotný kód se píše do okna 1, viz obrázek 23. Kód může být umístěn v modulu a platit tak pro celý sešit, nebo může být umístěn i v listu a mít platnost jen pro daný list. Moduly se skládají z procedur. Procedura je ve své podstatě část kódu, která má na starosti nějakou oblast programu, nebo funkcionalitu. VBA podporuje dva typy procedur. Je to procedura typu "Sub" a procedura "Function". Funkce na rozdíl od procedury Sub vrací hodnoty. Seznam modulů a listů je znázorněn na obrázku 23 v okně číslo 2. Moduly nám také umožňují přehledně rozkouskovat kódy podle funkcionality. V tomto případě je zde založen například modul "Con", který má na starost připojení a odpojení od externí databáze. Nebo také moduly "insert" a "read", kde jsou přehledně rozděleny procedury týkající se vkládání dat do externí databáze a čtení a vkládání dat do listů Excelu. Pro okamžité zobrazení hodnoty proměnné je zde okno "Immediate window", na obrázku 23 označené číslem 3. Pro účely odladění běhu programu, je někdy vhodné postupně sledovat hodnoty některých proměnných. K tomu slouží okno "Watches" na obrázku 23 okno 4 [27, 28].



Každý kód lze převést do stavu tzv. doplňku. Ten umožňuje uživatelům jednak snadnější přístup k vytvořenému programu a tabulkovým funkcím a jednak omezuje přístup běžného uživatele ke kódu VBA a pracovním listům. Což je výhoda pokud bychom nechtěli, aby kód někdo okopíroval, nebo poškodil [27, 28].

## 6 Vstupní a výstupní sestavy

Každý podnik zabývající se výrobou nebo distribucí energie, potřebuje mít data zobrazována v logicky uspořádaném tvaru. Vytvořit obecné šablony, které by vyhovovaly všem podnikům, by bylo velmi náročné sestavit. Také zde hraje velmi důležitou roli tzv. časová úroveň. Například pokud by se jednalo o sledování spalování paliva na kotlích, potřebovali bychom data v intervalech několika minut. V případě sledování měsíční fakturace ústředního topení, nám ale stačí pouze jedna měsíční hodnota spotřeby.

### 6.1 Sestavy pro vkládání dat

Z hlediska návrhu šablony pro vkládání vstupních dat je třeba dbát na přehlednost, rychlost zápisu a v neposlední řadě jednoduchý způsob kontroly a případné opravy zapisovaných dat. Vizuální podoba prostředí vkládání dat záleží na typu programového prostředí. Na obrázku 24 můžeme vidět návrh vstupní sestavy vytvořené v programu MS Excel. Zde se zapisují po řádcích denní hodnoty určité sledované veličiny. Na spodních řádcích je pak možnost korigovat naměřené hodnoty v měsíční časové úrovni a zobrazovat maxima a minima v daném měsíci.

Veličina	Napájecí voda		Celkem napájecí vody	Vstříková voda	Parametry páry		
	Množství NV-A	Množství NV-B	Množství NV-A + NV-B	Průtok vstříkové vody	Tlak páry na výstupu	Teplota páry na výstupu	Množství páry na výstupu
Jednotka	t	t	t	t	MPa	°C	t
Pořádkovní stav							
1.1.2012	398,8	0,0	399		5,84	468,2	465
2.1.2012	391,6	0,0	392		5,80	468,2	465
3.1.2012	374,3	0,0	374		5,68	470,5	429
4.1.2012	343,5	0,0	343		5,79	470,2	391
5.1.2012	340,3	0,0	340		5,81	471,0	395
6.1.2012	402,0	0,0	402		5,77	474,1	465
7.1.2012	361,5	0,0	362		5,78	474,6	429
8.1.2012	374,8	0,0	375		5,81	474,7	424
9.1.2012	351,3	0,0	351		5,82	475,4	397
10.1.2012	393,8	0,0	394		5,79	475,2	447
11.1.2012	358,5	0,0	359		5,78	471,3	406
12.1.2012	302,7	0,0	303		5,72	469,5	338
13.1.2012	339,4	0,0	339		5,77	471,4	387
14.1.2012	376,9	0,0	377		5,78	470,8	426
15.1.2012	378,5	0,0	378		5,77	470,7	429
16.1.2012	420,8	0,0	421		5,78	472,0	491
17.1.2012	368,6	0,0	369		5,81	475,4	422
18.1.2012	380,8	0,0	381		5,79	475,1	436
19.1.2012	370,0	0,0	370		5,78	476,5	420
20.1.2012	378,2	0,0	378		5,77	475,7	431
21.1.2012	189,6	0,0	190		5,72	471,2	215
22.1.2012							
23.1.2012							
24.1.2012							
25.1.2012				0			
26.1.2012				0			
27.1.2012	36,6	0,0	37	0	5,50	461,5	39
28.1.2012	359,0	0,0	359	1	5,77	471,2	412
29.1.2012	343,3	0,0	343	2	5,80	473,1	393
30.1.2012	300,1	0,0	300	1	5,80	472,3	338
31.1.2012	295,6	0,0	297	1	5,73	472,4	335
Měsíc							
Měsíc - oprava	8 938,6	0,0	8 939	5	5,86	472,0	10 178
Minimum							
Maximum							

Obrázek 24: Návrh vstupní sestavy v programu MS Excel 2010.

V energetice vycházíme především z dat z měření. Evidence měřidel je tedy jedna ze základních požadavků každého systému. Abychom mohli měřidla v systému začít používat, je třeba je nejprve založit. Formulář pro založení měřidel v programu VBA je na obrázku 25 vpravo. Zde se předpokládá, že měřidlo bude sestaveno z více částí a to hlavní jednotky, čidla a průtokoměru. Základní sledované vlastnosti jsou v tomto případě: Název měřidla, typ měřidla, výrobní číslo měřidla a datum založení. Formulář pro montáž měřidel je zobrazen na obrázku 25 vlevo. Je zde použito jazyku C#.

FKD024M - Montáž měřidla

Namontováno dne:

16. 7. 2012

Bilanční období:

07.2012

Měřicí místo:

MM Pata

Měřidlo:

Poslední odečet na měřidle dne:

Stav měřidla při montáži:

Osoba, která provedla odečet:

Atribut počátečního stavu:

Odečtená hodnota

OK

Storno

Založení nového měřidla

Jednotka

Název:

01 - DALKIA M

V.č.:

Typ:

Calor 30

Čidlo

Název:

Čidlo

V.č.:

Typ:

Sensit Pt 500

Průtokoměr

Název:

Průtokoměr

V.č.:

Typ:

indukční

Datum založení

Datum založení:

23

7

2012

Ok

Storno

\* Defaultní nastavení typu

**Obrázek 25:** Vlevo formulář pro montáž měřidel. Vytvořeno v C#. Vpravo formulář pro založení soupravy měřidel. Vytvořeno ve VBA [30]

V případě použití programovacího jazyka C# by mohlo pracovní prostředí vypadat jako na obrázku 26. Data se nezadávají do sloupců a řádků, ale jsou vyplňována do předem připravených editovatelných polí. Vložená data jsou poté přehledně zobrazena v mřížce.

Nový odečet pro: 01 - DALKIA M

Odečteno:

30. 6. 2012

Bilanční období:

06.2012

Atribut:

Odečtená hodnota

Předchozí stav:

16 942,000

Odečet provedl:

Hlavní Administrátor

Stav odečtu:

Odečteno

Spotřeba:

Měrná jednotka:

GJ

Měřidlo:

01 - DALKIA M 20641/11

Stav měřidla:

Minuty v provozu:

minio provoz:

Uložit


Odečteno	Období	Číslo měřidla	Stav měřidla	Spotřeba	NU	Minuty v pro...	Minuty mimo...	Koef...	Stav	První	Poslední	Odečetl	Atribut	Poznah	Poznámka
21.6.2012	06.2012	01 - DALKIA M 20641/11	16 894	44,000 GJ				1	Zpracováno				Musko	Odečtená hodnota	999 999
25.6.2012	06.2012	01 - DALKIA M 20641/11	16 942	50,000 GJ				1	Zpracováno				Musko	Odečtená hodnota	999 999
30.6.2012	06.2012	01 - DALKIA M 20641/11	17 023	61,000 GJ				1	Zpracováno				Nagy	Odečtená hodnota	999 999
9.7.2012	07.2012	01 - DALKIA M 20641/11	17 140	117,000 GJ				1	Zpracováno				Musko	Odečtená hodnota	999 999
12.7.2012	07.2012	01 - DALKIA M 20641/11	17 180	40,000 GJ				1	Zpracováno				Musko	Odečtená hodnota	999 999

Odečtová trasa	Pořadí v OT	Název odběr. místa	Název měřicího místa	Kód měřicího místa	Poz. umístění	Druh měřicího místa	Perioda odečtu
DPS-Musko	1	PS 01	01 - DALKIA M	D=10100_00.GJ-UT-M	Josefa Lady 2194	Měřicí místo tepla	
DPS-Musko	2	PS 01	02 - UT GJ	D=10100_01.GJ-UT-P	Josefa Lady 2194	Měřicí místo tepla	
DPS-Musko	3	PS 01	04 - SmlVak. PS velký	D=10100_11.M3-SPV	Josefa Lady 2194	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	4	PS 01	03 - SmlVak. PS malý	D=10100_10.M3-SPV	Josefa Lady 2194	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	5	PS 01	05 - SV pro TV	D=10100_12.M3-SPV	Josefa Lady 2194	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	6	PS 01	07 - doplňování UT	D=10100_13.M3-SPV	Josefa Lady 2194	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	7	PS 01	08 - SV NEBYT PS bilanční	D=10100_14.M3-SPV	Josefa Lady 2194	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	8	PS 01	06 - technologie	D=10100_17.M3-SPV	Josefa Lady 2194	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	9	PS 02	01 - DALKIA M	D=10200_00.GJ-UT-M	Gagarinova 1383	Měřicí místo tepla	
DPS-Musko	10	PS 02	02 - DISTEP UT + TV GJ	D=10200_00.GJ-UT-S	Gagarinova 1383	Měřicí místo tepla	
DPS-Musko	11	PS 02	03 - UT GJ	D=10200_01.GJ-UT-P	Gagarinova 1383	Měřicí místo tepla	
DPS-Musko	12	PS 02	04 - SmlVak. PS	D=10200_10.M3-SPV	Gagarinova 1383	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	13	PS 02	05 - SV pro TV	D=10200_11.M3-SPV	Gagarinova 1383	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	14	PS 02	07 - doplňování UT	D=10200_12.M3-SPV	Gagarinova 1383	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	15	PS 02	06 - technologie	D=10200_13.M3-SPV	Gagarinova 1383	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	16	PS 03	01 - DALKIA M	D=10300_00.GJ-UT-M	1. máje 2181	Měřicí místo tepla	
DPS-Musko	17	PS 03	02 - UT GJ	D=10300_01.GJ-UT-P	1. máje 2181	Měřicí místo tepla	
DPS-Musko	18	PS 03	04 - SmlVak. PS velký	D=10300_11.M3-SPV	1. máje 2181	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	19	PS 03	03 - SmlVak. PS malý	D=10300_10.M3-SPV	1. máje 2181	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	20	PS 03	05 - SV pro TV	D=10300_12.M3-SPV	1. máje 2181	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	21	PS 03	09 - SV II	D=10300_14.M3-SPV	1. máje 2181	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	22	PS 03	06 - SV II pro TV II	D=10300_15.M3-SPV	1. máje 2181	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	23	PS 03	08 - doplňování UT	D=10300_16.M3-SPV	1. máje 2181	Měřicí místo spotřeby vody	
DPS-Musko	24	PS 03	07 - technologie	D=10300_21.M3-SPV	1. máje 2181	Měřicí místo spotřeby vody	

**Obrázek 26:** Formulář pro zadávání odečtů v C# [30].




51

V současné době se rozmáhají webové aplikace a služby "Cloud". Výhodou webových aplikací je jejich multiplatformní kompatibilita<sup>21</sup>. Data lze takto zobrazit také pomocí technologií SmartPhone, iPad apod. Službu "Cloud" lze charakterizovat jako poskytování služeb, nebo programů umístěných na serverech na Internetu a přistupovat k nim pomocí internetového prohlížeče. Tuto službu poskytuje například firma INSTAR s produktem IS ENERGIS. Ukázky produktu jsou na obrázku 27 a 28.

 **Historie: Vybraný uzel - 010000-PS 1 Dalkia - měřeno [GJ] [GJ]**

---

**Nastavení**

Uzel: 10100700  Perioda: ☐ Měsíc ☒ Den ☐ Hodina ☐ Čtvrt hodina ☐ Minuta  
 Od: 01.04.2011  Do: 05.04.2012  << >>

☒ Data ☐ Graf ☒ Statistika  
☒ Opravy ☒ Deník ☒ Autodiagnostika

☐ Pouze hodnoty ☒ Včetně chybějících hodnot

Počet desetinných míst: 3 Počet řádků: ☒ Vše ☐ Jinak 20

---



**Data**

010000-PS 1 Dalkia - měřeno [GJ] - 01.04.2011 - 05.04.2012


	Datum	Den celkem	Směna 1	Směna 2	Směna 3	6-6	Stav - koncový, měřený
>>	01.04.2011	44,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	02.04.2011	44,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	03.04.2011	44,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	04.04.2011	44,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	05.04.2011	44,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	06.04.2011	44,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	07.04.2011	44,000	0,000	0,000	0,000	0,000	69 562,000
>>	08.04.2011	51,250	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	09.04.2011	51,250	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	10.04.2011	51,250	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	11.04.2011	51,250	0,000	0,000	0,000	0,000	69 767,000
>>	12.04.2011	52,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	13.04.2011	52,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	14.04.2011	52,000	0,000	0,000	0,000	0,000	69 923,000
>>	15.04.2011	59,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	16.04.2011	59,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	17.04.2011	59,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	18.04.2011	59,000	0,000	0,000	0,000	0,000	70 159,000
>>	19.04.2011	42,333	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	20.04.2011	42,333	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	21.04.2011	42,333	0,000	0,000	0,000	0,000	70 286,000
>>	22.04.2011	27,800	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	23.04.2011	27,800	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	24.04.2011	27,800	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	25.04.2011	27,800	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	26.04.2011	27,800	0,000	0,000	0,000	0,000	70 425,000
>>	27.04.2011	40,500	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	28.04.2011	40,500	0,000	0,000	0,000	0,000	
>>	29.04.2011	40,500	0,000	0,000	0,000	0,000	

**Obrázek 27:** Historické údaje pro měřidlo tepla [31].


<sup>21</sup> Při programování internetové aplikace je třeba dbát na to, aby byla aplikace kompatibilní s použitým internetovým prohlížečem.


**Výměna měřáku**



**Nastavení**
Výměna měřáku ^

Uzel: 14600771  460004-PS 46 SV II Větev 2 OK

**Výměna měřáku**
Nastavení ^


Měřák: 460004 Energie: V4 - Voda SV II Jednotka: m3

Datum	Hodina	Minuta	Výrobní číslo	Rozsah	Konst. 1	Konst. 2	Kon. stav	Poč. stav
06.12.2011	09	19		999 999,90	1	1	100 000,00	0,00
Aktuální				999 999,90	1	1		



Období: 06.04.2012 07 : 55-56

Stav: začátek dne: 0,00 Stav: konec dne: 0,00

**Koncové parametry:**

**Počáteční parametry:**

Výrobní číslo: 999 999,90 Výrobní číslo:

Rozsah: 999 999,90 Rozsah:  999999,90

Konst. 1: 1 Konst. 1:  1

Konst. 2: 1 Konst. 2:  1

Kon. stav:  Poč. stav:

Poznámka:

Uložit Storno

Wega 7.02 - Vytvořeno dne 06.04.2012 07:56:11

**Obrázek 28:** Formulář pro výměnu měřidla [31].

## 6.2 Sestavy pro datové výstupy

Výstupní sestavy můžeme rozdělit na tři kategorie:

- numerické sestavy,
- grafické sestavy,
- kombinované.

### Numerické sestavy

Z hlediska zobrazení parametrů jako jsou účinnosti výroby, celkové zásoby paliva, ukazatelů, nebo celkového prodaného tepla se nejvíce hodí numerické zobrazení. Také v případě kontrol a záloh je potřeba mít data uschována v číselných hodnotách. Na obrázku 29 zobrazen výstupní formulář pro distribuci tepla a vody pro TUV v programu MS Excel s použitím VBA.

	Dodané teplo				Voda na TUV			
	Dodané teplo pata	Dodané teplo do UT	Dodané teplo do UT - 2. měř.	Dodané teplo do TUV	Voda na TUV	Spočítaná hodnota	Vytápěná plocha	TUV / plocha
	GJ	GJ		GJ	m3	GJ/m3	m2	GJ/m2
Lokalita Sportovní	1 006,00	673,00		333,00	1019			
Sportovní rozvod								
01 Sportovní 14-16	82,00	46,00		36,00	83,00	0,43	2 601,28	0,17
02 Jarní 15-17	53,00	40,00		13,00	45,00	0,29	1 065,10	0,15
03 Jarní 10-12	48,00	36,00		12,00	35,00	0,34	1 064,20	0,14
04 Letní 3-11	160,00	104,00		56,00	191,00	0,29	5 008,80	0,13
05 Jarní 6-8	48,00	29,00		19,00	51,00	0,37	1 287,60	0,18
06 Jarní 11-13	49,00	28,00		21,00	71,00	0,30	1 299,68	0,19
07 Sportovní 10-12	82,00	43,00		39,00	119,00	0,33	2 596,48	0,16
08 Jarní 5-9	59,00	33,00		26,00	60,00	0,43	1 675,33	0,19
09 Sportovní 6-8	81,00	55,00		26,00	89,00	0,29	2 596,48	0,12
10 Sportovní 2-4	46,00	24,00		22,00	50,00	0,44	1 423,28	0,19
11 Jarní 1-3	32,00	22,00		10,00	29,00	0,34	1 065,10	0,11
12 Dukelská 1-9	213,00	160,00		53,00	196,00	0,27	5 008,80	0,13

**Obrázek 29:** Numerické vyhodnocení distribuce tepla pro ÚT a TUV [30].

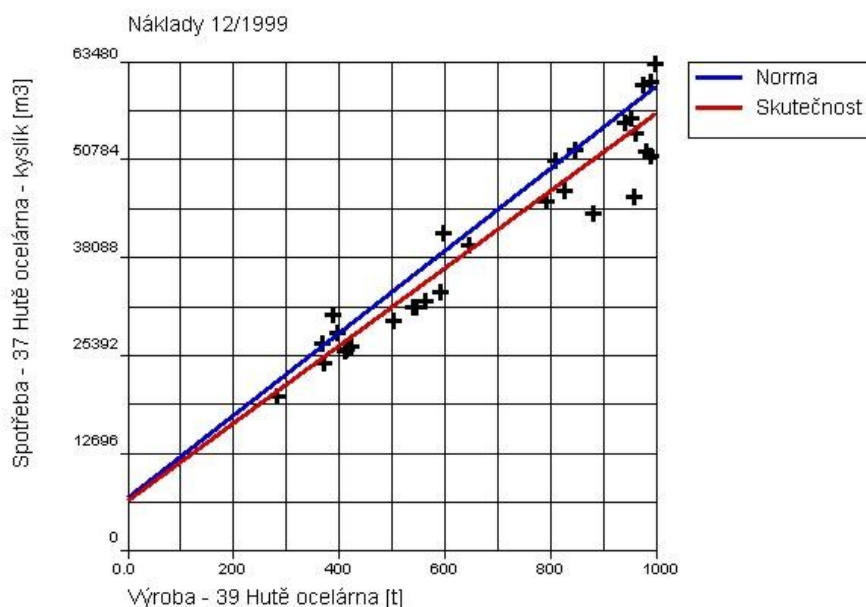
V případě zobrazení a uchování dat pro parametry týkající se kogenerační jednotky může datový výstup v MS Excel vypadat jako na obrázku 30.

		Období:		od ledna		do července		Rok	2012
Kog.jednotka 1									
Stanovení účinnosti výroby elektrické energie v kogenerační jednotce s pístovým motorem. Příloha č. 11, vyhláška č. 349 / 2010 Sb.									
Elektřina vyrobená v KJ (Ekj)	MWh	27,049	6,409	5,973	6,852	5,836	1,979		
Energie paliva spáleného v KJ (Qkjpál)	GJ	361	83	78	90	81	28		
Účinnost (ŋkj) [(3,6*Ekj/Qkjpál)*100]	%	22,31	27,78	27,52	27,38	25,82	25,34	0,00	
Minimální účinnost	%	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00
Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny v jednotce (S <sup>ev</sup> <sub>pal</sub> ) [Q <sup>Kj</sup> <sub>pal</sub> /E <sub>Kj</sub> ]	GJ/MWh	11,22	12,96	13,08	13,15	13,94	14,21	0,00	
Minimální účinnost	%	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85
Minimální účinnost výroby tepelné energie ve výrobně s kogeneračními jednotkami a kotli. Příloha č. 5 k vyhlášce č. 344/2009 Sb.									
K [Q <sup>Ko</sup> <sub>pal</sub> /Q <sup>Kj</sup> <sub>pal</sub> ]	GJ	19,73	4,64	5,92	2,78	2,16	4,24		
Účinnost (ŋ <sub>et</sub> )	%	82,03	82,40	82,70	81,62	81,15	82,28		

**Obrázek 30:** Numerický výstup pro vyhodnocení kogenerační jednotky [30].

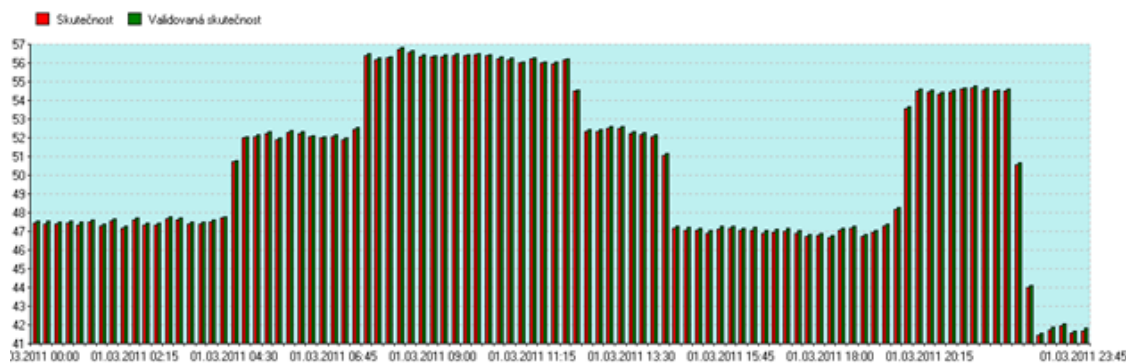
## Grafické sestavy

Grafické výstupy jsou výhodné z hlediska rychlé orientace a srovnání dat, na úkor přesnosti. Grafický výstup zobrazený ve webové aplikaci je na obrázku 31.



**Obrázek 31:** Grafické porovnání veličiny od normy [31].

V případě použití C++ vypadá grafický výstup například takto, viz obrázek 32.

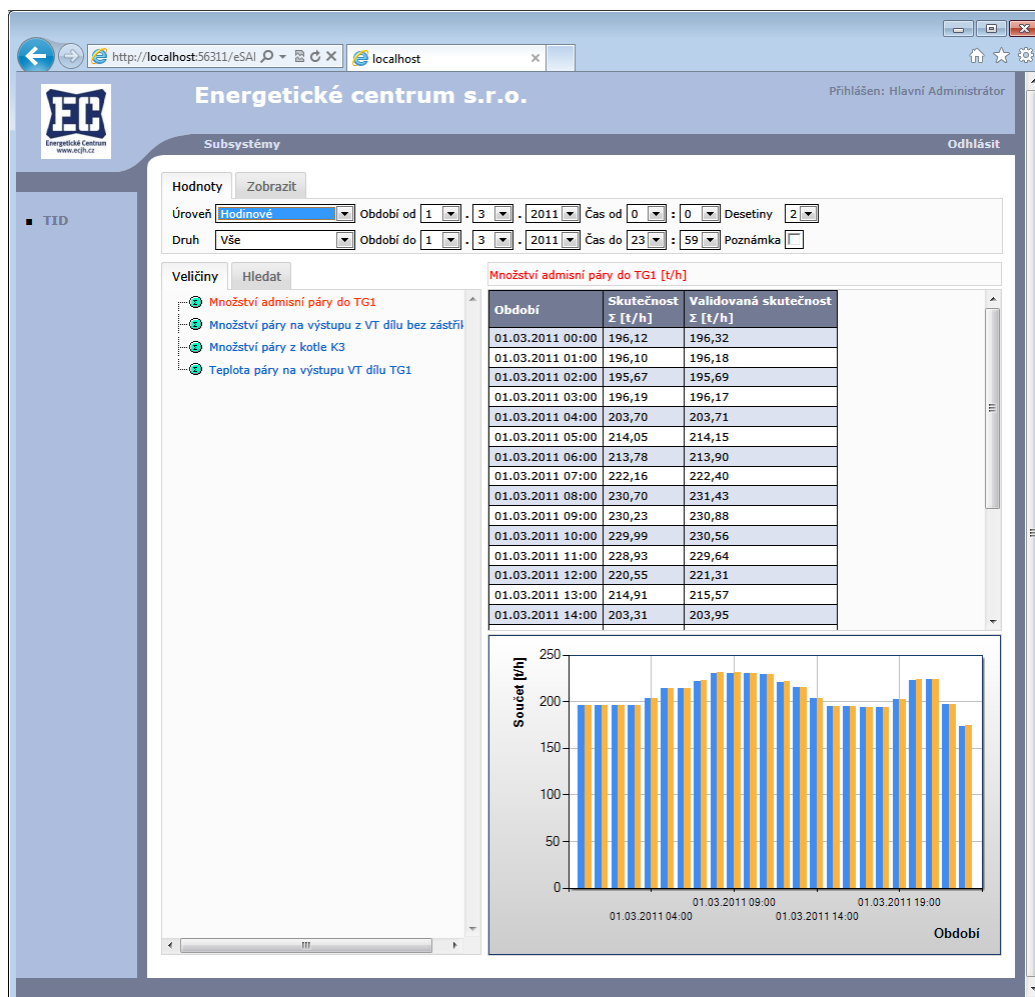


**Obrázek 32:** Grafické znázornění veličiny pomocí sloupcového diagramu [29].

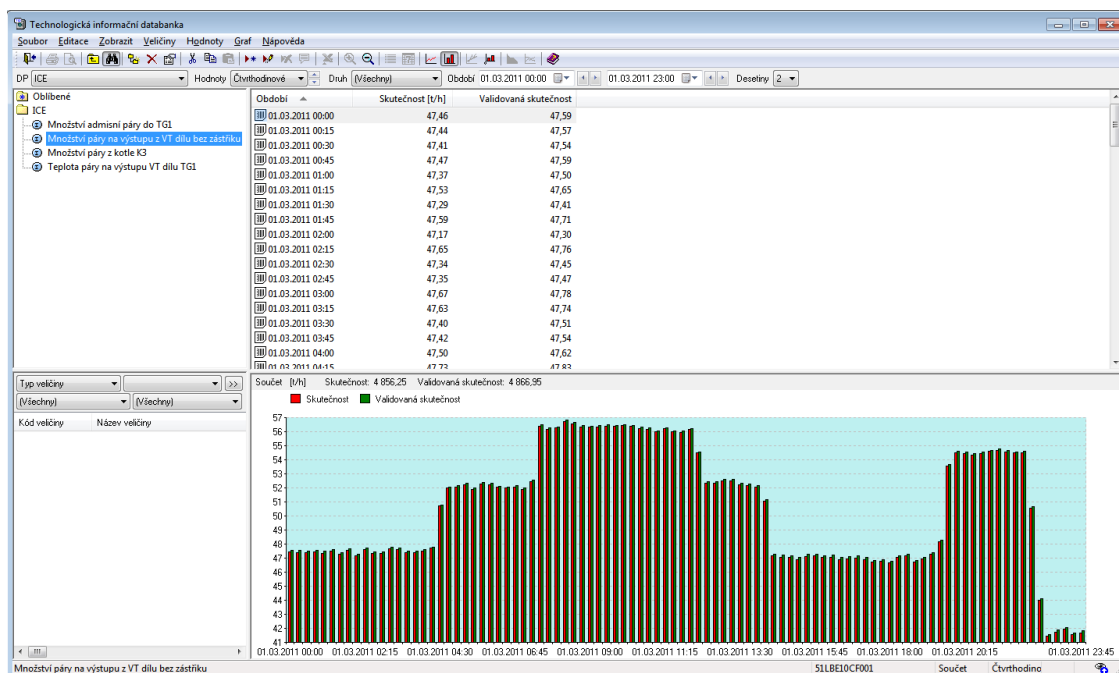
### Kombinované sestavy

Kombinací výše zmíněných přístupů, numerického a grafického, dostaneme tzv. kombinované sestavy. Zde na úkor velikosti jsou zobrazena jak numerická data, tak grafické zobrazení dat. V případě potřeby jsou většinou programy provedeny tak, že je možné příslušnou část (numerickou, nebo grafickou) kliknutím zvětšit. Pro webovou aplikaci by kombinovaný výstup mohl vypadat jako na obrázku 33. V případě použití C++ je kombinovaný výstup zobrazen na obrázku 34.





Obrázek 33: Kombinované zobrazení veličiny ve webovém prostředí [30].



Obrázek 34: Kombinované zobrazení veličiny pomocí C++ [29].



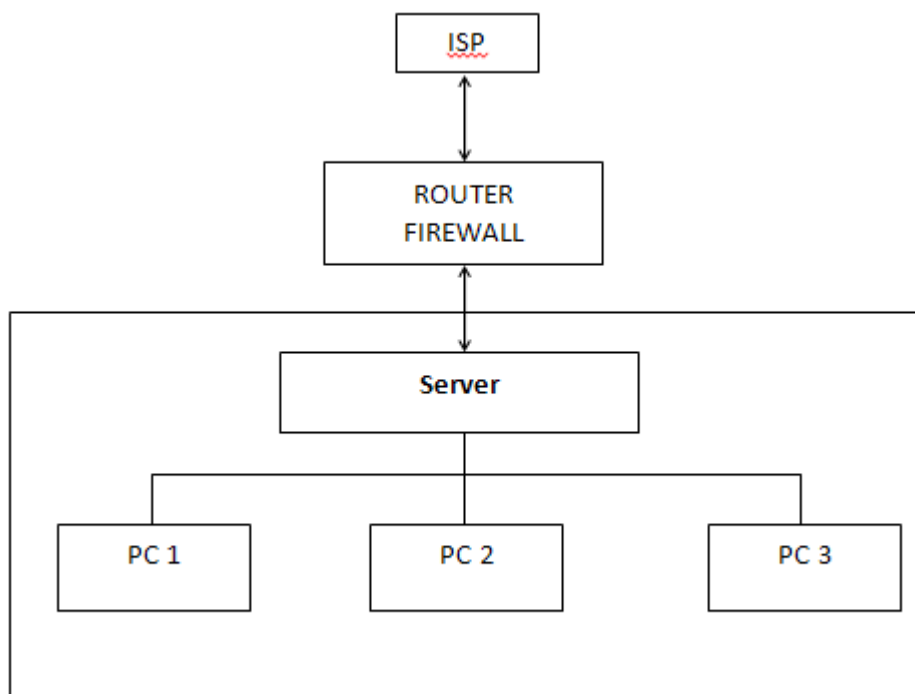
## 7 Návrh evidenčního systému pro použití v energetice

Navrhovaný systém bude používat pro vkládání a zobrazování dat MS Excel 2010. Data budou pomocí jazyka VBA zpracovávána a ukládána do tabulek v databázové aplikaci SQL Server 2008 R2 Express. Navrhované řešení má v maximální možné míře využívat výhody obou systémů – MS Excel a SQL server. MS Excel byl zvolen jednak z důvodu dostupnosti<sup>22</sup> a uživatelské znalosti. Odpadá tak nutnost složitého a většinou velice časově a finančně náročného zaškolování s prostředím aplikace. Jako datová úschovna byla zvolena databázová aplikace SQL server 2008 R2 Express.

### 7.1 Fiktivní malý podnik

Pro účely prezentace byl zvolen fiktivní malý podnik s rozsahem cca 100 odběrných míst, pěti výměníků (VS) a jedné kotelny s kogenerací (KJ). Pod odběrným místem se zde rozumí lokalita, kde se předává cílová komodita koncovému zákazníkovi. Pod odběrným místem v tomto případě měříme jednak teplo jdoucí do ústředního topení (ÚT), elektrickou energii, studenou pitnou vodu (SPV) a teplou užitkovou vodu (TUV).

### 7.2 Návrh hardware a topologie sítě pro malý podnik



**Obrázek 35:** Topologie sítě pro malý podnik.

Vzhledem k relativně malému podniku se očekává, že potřebný výpočetní výkon a množství uložených dat nebude příliš velké. Uživatelské počítače budou navrženy tak, aby bylo dosaženo maximální uživatelské přívětivosti (plynulost chodu aplikace) s ohledem na pořizovací náklady a náklady na údržbu a servis (dostupnost náhradních komponent). Systém budou používat tři uživatelé (technik, ekonom, ředitel) z čehož vyplývá nutnost pořízení tří

<sup>22</sup> MS Excel je v současné době nejběžnější tabulkovou aplikací

pracovních stanic. Tyto tři počítače budou síťově spojeny s centrálním počítačem (serverem), na kterém poběží jednak databázová aplikace a jednak bude sloužit jako uložisko dat (zálohy, historická data atd.). Přes router bude podnikový intranet připojen k Internetu.

**Specifikace pracovních stanic PC1 až PC3:**

<b>Procesor:</b>	
Frekvence procesoru (MHz):	3300
Jádro procesoru:	dvou jádrový
Model procesoru:	2120
Typ procesoru:	Intel Core i3 (Sandy Bridge)
<b>Paměť:</b>	
Operační paměť:	DDR3
Rychlost paměti (MHz):	1333
Velikost operační paměti (GB):	4
<b>Uložiště:</b>	
1x Hard Disk Drive (GB)	500
<b>Grafika:</b>	
Interní grafická karta:	Intel HD Graphics
<b>Napájení:</b>	
Maximální výkon zdroje (W):	300
<b>Síť:</b>	10/100/1000
<b>Operační systém:</b>	Windows 7 Professional
<b>Cena (Kč):</b>	12500

<b>Monitor:</b>	
LCD monitor 22"	
<b>Cena (Kč):</b>	3000

Periférie:	myš, klávesnice
<b>Cena (Kč):</b>	500

<b>Cena za jedno PC (Kč):</b>	16000
<b>Cena celkem 3xPC (Kč):</b>	48000

**Specifikace serveru:**

<b>Procesor:</b>	
Frekvence procesoru (MHz):	2260
Jádro procesoru:	čtyř jádrový
Model procesoru:	Xeon
Typ procesoru:	Intel(R) Xeon® CPU E5607
<b>Paměť:</b>	
Operační paměť:	DDR3
Rychlost paměti (MHz):	1333
Velikost operační paměti (GB):	8
<b>Uložiště:</b>	
2 x Hard Disk Drive (GB)	500
<b>Grafika:</b>	
Grafická karta:	MSI N210-MD1GD3H/LP, PCI-E
<b>Napájení:</b>	
Maximální výkon zdroje (W):	500
<b>Sít':</b>	10/100/1000
<b>Operační systém (64bit):</b>	OEM Microsoft Windows Server 2008 Foundation CZ 64-bit 15 user

<b>Cena (Kč):</b>	17900
-------------------	-------

Na tomto serveru bude nainstalována databázová aplikace Microsoft SQL Server 2008 R2 Express. Tato verze SQL serveru je k dispozici zdarma. Má ale tato omezení:

- Velikost databáze: 10 GB.
- Využitelná RAM paměť: 1 GB.
- Využití CPU: 1 CPU.

Vzhledem k navrženému malému podniku se toto omezení jeví jako nepodstatné. Na aplikačním serveru se předpokládá souběžný provoz více aplikací, proto je server výkonostně naddimenzován. Vyšší výkon také umožňuje bezproblémové rozšíření aplikace, nebo instalaci plné verze SQL serveru, bez nutnosti změny v hardware. Také cena zařízení je s ohledem na poměr výkon/cena se započítáním amortizace příznivá. Pro srovnání v tabulce níže můžeme vidět ceny SQL serverů<sup>23</sup> [17].

**Tabulka 2:** Porovnání cen u jednotlivých edicí SQL serveru [17].

#### Ceny edicí systému SQL Server 2008 R2

Edice	Cena na procesor Koncová cena**	Cena na server a licence CAL Koncová cena**
Parallel Data Warehouse	57 498 USD	Nenabízí se prostřednictvím Server CAL.
Datacenter	57 498 USD	Nenabízí se prostřednictvím Server CAL.
Enterprise	28 749 USD	13 969 USD s 25 licencemi CAL
Standard	7 499 USD	1 849 USD s 5 licencemi CAL

Ostatní vyšší verze SQL serverů se liší ve vyšší využitelnosti HW a ve vyšším počtu doplňků, které ulehčují, nebo urychlují práci s daty (komprese dat, zpracování komplexních událostí, konzistence dat mezi heterogenními systémy atd.) [17].

Např. SQL Standard dokáže využít:

- Velikost databáze: neomezeno.
- Využitelná RAM paměť: 64 GB.
- Využití CPU: 4 CPU.

### 7.3 Zabezpečení dat a sítě, VPN

V současnosti neexistuje podnik zabývající se distribucí energie, který by nezacházel s digitálními daty. Tato data jsou většinou pro podnik velmi citlivá a jejich úplné zveřejnění by mohlo vést k poškození firmy a to od konkurence, nebo od samotných zákazníků. K nejčastějším únikům dat dochází zevnitř z podniku. Jednak vědomě, za účelem podnik poškodit, nebo neúmyslně. I přesto je nutné zabezpečit data proti útokům z vnějšku. K tomu nám slouží jednak vnitřní firemní politika, a jednak zabezpečení dat na úrovni samotné aplikace a serveru.

Relativně snadným a bezpečným zajištěním se jeví přihlašování jednotlivých uživatelů pod daným uživatelským jménem a heslem do domény serveru<sup>24</sup>. K tomu slouží služba na severu Windows Server 2008 Active Domain Directory. Pomocí této služby můžeme také nastavit práva jednotlivým uživatelům, nebo sledovat historii jejich činnosti.

<sup>23</sup> Současný kurz dolaru je 20,8 Kč za 1 USD

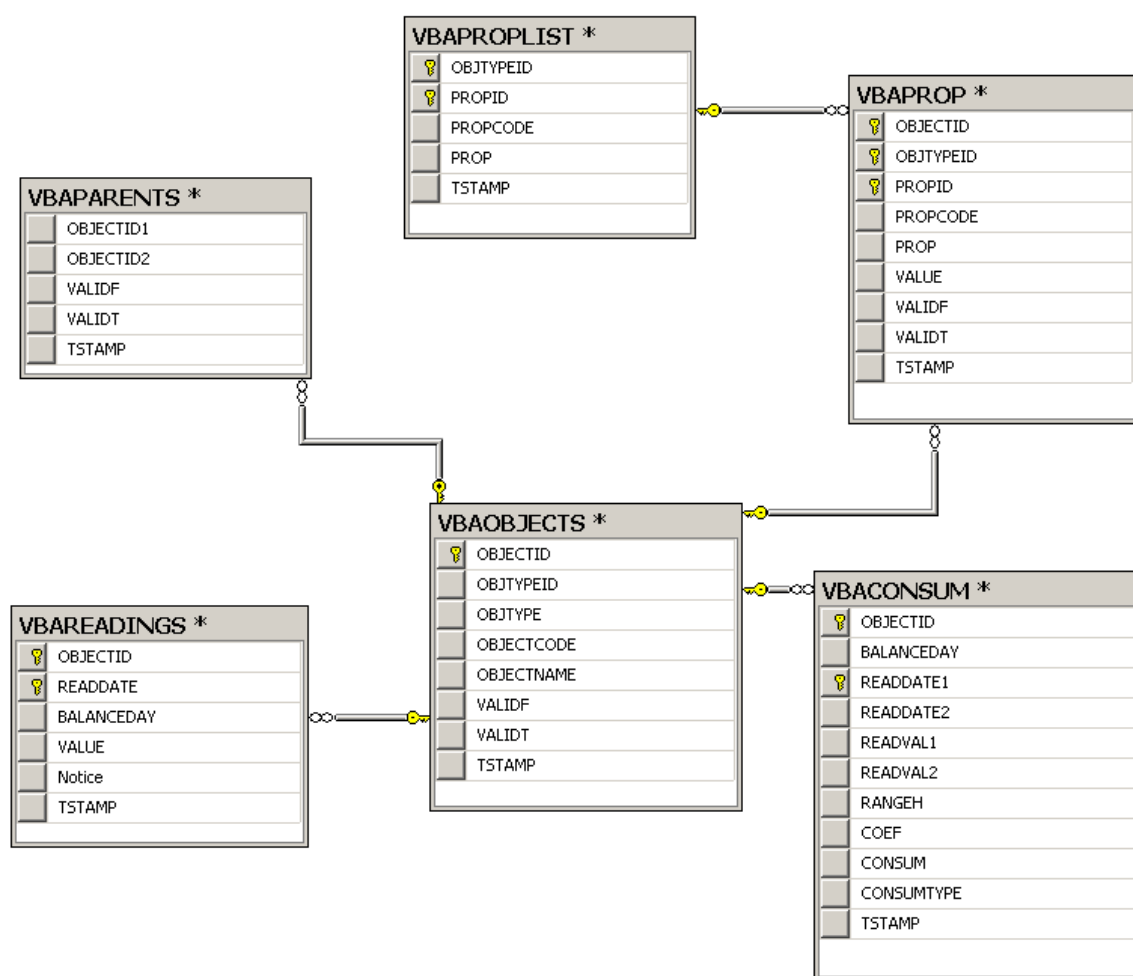
<sup>24</sup> Windows domény jsou souborem objektů zabezpečení, které sdílejí centrální souborovou databázi [18].

Pro zabezpečení vnitřní sítě se nejčastěji používá firewall, který může být umístěn až na straně routeru. Dále je vhodné mít nainstalovaný antivirový systém a to jak na serveru, tak na uživatelských stanicích.

Jistou možností zabezpečení dat proti útokům z vnějšku je použití VPN (Virtual Private Network). To umožňuje připojovat počítače z vnějšku tak, že se chovají jako počítač umístěný přímo ve vnitřní síti.

## 7.4 Návrh struktury databáze

Při návrhu databázové struktury je třeba dbát na to, aby byly zachovány všechny výhody databázových systémů. Jedná se především o jedinečnost dat a integritu dat. V databázi je údaj umístěn pouze jednou, a pokud tento údaj upravíme, upraví se i jeho návaznosti.



**Obrázek 36:** Návrh struktury databáze.

Databáze se skládá z jednotlivých logicky propojených tabulek, viz diagram výše. V těchto tabulkách jsou umístěna data. Rozdělení dat do více tabulek má své výhody. Hlavně v rychlosti hledání dat a úspore místa. Pokud bychom měli například databázi jen s jednou tabulkou a v ní všechna data, museli bychom v každém řádku vyplňovat všechny informace o daném místě. Data by byla tedy i tam, kde by logicky být nemusela. Například pokud bychom chtěli popsat měřidlo, které má parametry: rozsah, koeficient, typ a do té samé tabulky bychom


chtěli založit objekt "Výměňíková stanice", pak je zřejmé, že parametry výměňíkové stanice budou odlišné od měřidla. Je tedy výhodnější umístit objekty do jedné tabulky a parametry objektu do druhé.

Kvůli rychlejšímu vyhledávání jsem využil číselných indexů. V principu by bylo možné, aby se databáze orientovala pomocí jedinečného kódu v datovém typu textu (string), ale ukázalo se, že rychlost vyhledávání v databázi se mnohonásobně zrychlí použitím číselných indexů.

Při zakládání tabulek jsem dbal také na určení primárních i cizích klíčů. Ty zaručují jedinečnost a nenulovost záznamu v tabulce. V každé tabulce je také záznam o času vzniku, nebo úpravy řádku. Jedná se o sloupec TSTAMP. Tento záznam je užitečný při hledání podezřelých záznamů, nebo zjišťování, které záznamy byly v určité době upraveny.

### Tabulka VBAOBJECTS

Tabulka VBAOBJECTS slouží k ukládání popisných objektů, jako je objekt měřidlo, objekt výměňíková stanice, objekt odběrné místo atd.

EGEDATAFM\SQ...o.VBAOBJECTS			
	Column Name	Data Type	Allow Nulls
	OBJECTID	int	<input type="checkbox"/>
	OBJTYPEID	int	<input type="checkbox"/>
	OBJTYPE	varchar(50)	<input type="checkbox"/>
	OBJECTCODE	varchar(50)	<input type="checkbox"/>
	OBJECTNAME	varchar(50)	<input type="checkbox"/>
	VALIDF	datetime	<input type="checkbox"/>
	VALIDT	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	TSTAMP	datetime	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

**Obrázek 37:** Tabulka VBAOBJECTS.

Sloupec OBJECTID je primárním klíčem této tabulky. Je to číselná hodnota (index), která charakterizuje objekt. Protože jsou objekty různého typu, je potřeba je v databázi odlišit. K tomu slouží sloupec OBJTYPEID, který je celočíselného datového typu. Každý typ objektu má přiřazené svoje identifikační číslo, které odpovídá názvu typu objektu. Název typu je zaznamenán ve sloupci OBJTYPE. K tomu, aby byly jednotlivé objekty jedinečné, musí mít objekt jedinečný kód. Kód objektu se zapisuje do sloupce OBJECTCODE. Objekt je tedy charakterizován svým jménem OBJECTNAME<sup>25</sup>, kódem OBJECTCODE a typem OBJTYPE. Sloupce VALIDF a VALIDT charakterizují časovou platnost objektu. Pokud je hodnota VALIDT rovná NULL, pak je objekt aktuálně platný. Sloupec VALIDF musí být u každého objektu nenulový, každý objekt má datum vzniku.

<sup>25</sup> Jméno objektu nemusí být jedinečné. Například Kalorimetr může být v databázi několikrát, avšak pokaždé s jiným kódem.

## Tabulka VBAPARENTS

Tabulka VBAPARENTS charakterizuje objekty z hlediska umístění a hierarchie. Každý objekt má svého rodiče<sup>26</sup>. Tato tabulka umožňuje určit, které objekty se týkají výroby nebo rozvodu. Případně pod kterým odběrným místem je umístěno měřidlo.

EGEDATAFM\SQ...o.VBAPARENTS			
	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	OBJECTID1	int	<input type="checkbox"/>
	OBJECTID2	int	<input type="checkbox"/>
	VALIDF	datetime	<input type="checkbox"/>
	VALIDT	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	TSTAMP	datetime	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Obrázek 38: Tabulka VBAPARENTS.

Tabulka VBAPARENTS je složena z pěti sloupců. Hodnota ve sloupci OBJECTID1 je číselně rovna hodnotě v tabulce VBAOBJECTS sloupci OBJECTID a definuje objekt rodiče. OBJECTID2 je také číselně roven hodnotě v tabulce VBAOBJECTS sloupci OBJECTID, ale definuje objekt jako dítě od rodiče přes záznam OBJECTID1. Sloupec VALIDF a VALIDT charakterizují časovou platnost vazby rodiče a dítěte<sup>27</sup>.

## Tabulka VBAPROPLIST

Některé typy vlastnosti objektů jsou i pro různé typy objektů shodné<sup>28</sup>. K tomu, aby se hodnoty v záznamech nemusely neustále opakovat, je výhodné založit tabulku, která bude sloužit jako číselník pro vlastnosti. Touto tabulkou je VBAPROPLIST.

EGEDATAFM\S...VBAPROPLIST			
	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	OBJTYPEID	int	<input type="checkbox"/>
▶	PROPID	int	<input type="checkbox"/>
	PROPCODE	varchar(50)	<input type="checkbox"/>
	PROP	varchar(50)	<input type="checkbox"/>
	TSTAMP	datetime	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Obrázek 39: Tabulka VBAPROPLIST.

První sloupec této tabulky OBJTYPEID se odkazuje na tabulku VBAOBJECTS na sloupec OBJTYPEID. Sloupec PROPID číselně charakterizuje typ vlastnosti a společně s OBJTYPEID jsou v této tabulce primárními klíči. To znamená, že kombinace OBJTYPEID

<sup>26</sup> Objekty VÝROBA a ROZVOD jsou druhé nejvyšší v pořadí a jsou napojeny na hierarchicky nejvyšší objekt ROOT.

<sup>27</sup> Je totiž možné, že se například měřidlo přesune z jednoho odběrného místa na jiné. Časová platnost vazby tedy nebude pro dané měřidlo stále stejná.

<sup>28</sup> Například objekt typu elektroměr a kalorimetr mají stejnou vlastnost rozsah a koeficient.

a PROPID musí být v této tabulce jedinečná. Sloupec PROPCODE je kód typu vlastnosti a sloupec PROP je název vlastnosti.

### Tabulka VBAPROP

V této tabulce jsou umístěny hodnoty vlastností a parametrů pro jednotlivé objekty. Tato tabulka je spojena jednak s tabulkou VBAPROPLIST, a také se odkazuje na tabulku VBAOBJECTS. Primární klíč v této tabulce tvoří kombinace OBJECTID, OBJTYPEID a PROPID. Dále je zde sloupec VALUE, ve kterém je hodnota vlastnosti. Sloupce VALIDF a VALIDT zohledňují časovou platnost vlastnosti. Sloupec PROP a PROPID stejně jako v tabulce VBAPROPLIST zohledňují postupně název vlastnosti a identifikační číslo vlastnosti.

EGEDATAFM\SQ...- dbo.VBAPROP			
	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	OBJECTID	int	<input type="checkbox"/>
▶	OBJTYPEID	int	<input type="checkbox"/>
▶	PROPID	int	<input type="checkbox"/>
	PROPCODE	varchar(50)	<input type="checkbox"/>
	PROP	varchar(50)	<input type="checkbox"/>
	VALUE	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VALIDF	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	VALIDT	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	TSTAMP	datetime	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Obrázek 40: Tabulka VBAPROP.

### Tabulka VBAREADINGS

Do této tabulky se ukládají odečty z měřidel. Odečet u měřidla je spojen s objektem "měřidlo" přes sloupec OBJECTID. Další položka READDATE určuje datum odečtu. BALANCEDAY umožňuje pořizovaný odečet umístit do jiného bilančního období<sup>29</sup>. Hodnota odečtu je ukládána do sloupce VALUE. Aby byla možnost zapsání poznámky k danému odečtu, například při nefunkčnosti měřidla, nebo při zapsání špatného stavu, je zde sloupec NOTICE.

EGEDATAFM\SQ...VBAREADINGS*			
	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	OBJECTID	int	<input type="checkbox"/>
▶	READDATE	datetime	<input type="checkbox"/>
	BALANCEDAY	datetime	<input type="checkbox"/>
	VALUE	float	<input type="checkbox"/>
	Notice	varchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	TSTAMP	datetime	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Obrázek 41: Tabulka VBAREADINGS.

<sup>29</sup> Například můžeme chtít, aby odečet pořizovaný 2. dne v měsíci patřil do předchozího měsíce.



## Tabulka VBACONSUMS

Do tabulky VBACONSUM se ukládají spotřeby. A to jednak z tabulky VBAREADINGS v případě odečtů a jednak je možné spotřeby ukládat přímo přes vstupní list "Spotřeby". Sloupec OBJECTID se odkazuje na tabulku VBAOBJECTS na sloupec OBJECTID. Sloupce OBJECTID a READDATE1 jsou zde primárními klíči a zajišťují, že pro jedno měřidlo bude v daném čase jen jeden odečet. Z rozdílu READDATE1 a READDATE2 se vypočítává spotřeba<sup>30</sup>, která se poté násobí hodnotou koeficientu u vlastnosti měřidla (sloupec COEF). Pokud je READDATE1 větší, než READDATE2, pak se výpočet provede následujícím vzorcem:

$$((\text{RANGEH} - \text{READDATE2}) + \text{READDATE1}) * \text{COEF}.$$

Kde RANGEH je hodnota vlastnosti rozsahu měřidla. Podle toho, jakým způsobem se spotřeba do tabulky vložila, se vyplní sloupec CONSUMTYPE. A to buď hodnotou "ODEČTEM", pokud byla spotřeba vypočítána z odečtů, nebo hodnotou "SPOTŘEBA" v případě přímého zápisu spotřeby.

Column Name	Data Type	Allow Nulls
OBJECTID	int	<input type="checkbox"/>
BALANCEDAY	datetime	<input type="checkbox"/>
READDATE1	datetime	<input type="checkbox"/>
READDATE2	datetime	<input type="checkbox"/>
READVAL1	float	<input checked="" type="checkbox"/>
READVAL2	float	<input checked="" type="checkbox"/>
RANGEH	float	<input checked="" type="checkbox"/>
COEF	float	<input checked="" type="checkbox"/>
CONSUM	float	<input type="checkbox"/>
CONSUMTYPE	varchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
TSTAMP	datetime	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Obrázek 42: Tabulka VBACONSUM.

## 7.5 Návrh vstupních a výstupních sestav

Pro zápis, výpočty a zobrazení dat byl zvolen MS Excel 2010 a jazyk VBA. Data z jednotlivých listů jsou zpracovány pomocí jazyka VBA a následně ukládány přes uložené procedury do databáze SQL serveru. Výpočty probíhají na úrovni tabulkového procesoru MS Excel 2010. Vyjimkou je zpracování spotřeb, které se děje na úrovni SQL databáze. Tento přístup byl zvolen hlavně kvůli přehlednosti a možnosti uživatele libovolně si výpočty měnit. Pokud by všechny výpočty byly na straně serveru, pak by rychlost výpočtů byla vyšší, protože uložená procedura je již optimalizovaná a zkompileovaná a tedy rychlejší, než jazyk VBA. Samotný program by byl umístěn na serveru, což by umožňovalo využít jeho vyšší výkon, než je u pracovních stanic.

<sup>30</sup> V podmínce musí být, že pokud je READDATE2 větší, nebo rovno READDATE1, pak proved' výpočet (READDATE2 - READDATE1)\*COEF.

## Vstupní sestavy

Pro definování nových objektů, nebo úpravu objektů již v databázi uložených slouží list "Objekty". Na obrázku 43 můžeme vidět jeho strukturu. Pro založení nového objektu je třeba vyplnit všechny oranžově zbarvené sloupce. S výhodou lze použít typických funkcí Excelu – kopírování a filtrování. Každý objekt musí mít vlastní unikátní kód. Ten se vyplňuje do sloupce "D", označeném jako "Kód objektu". Typ objektu určuje, o jaký objekt se jedná – měřidlo, lokalita, odběrné místo, adresář atd. Ve sloupci "E" se vyplňuje název objektu. Sloupec "F" určuje nadřazený objekt zakládáného objektu. Pokud zakládáme například kalorimetr, který měří množství tepla jdoucí do výměníku, pak do sloupce "F" napíšeme kód příslušného výměníku. Všechny objekty někdy vznikly, nebo je chceme od nějakého data začít evidovat. To zohledňuje sloupec "G".

EXPERIMENT.xlsm - Microsoft Excel							
	B	C	D	E	F	G	H
1	ID Typu	Typ	Kód objektu	Název objektu	Rodičovský objekt (kód)	Platnost od	Platnost do
22	10	PRUTOKOMER	VS_B_KOTEL_K1_V	Množství páry	VS_B_KOTEL_K1	1.1.2000	
23	11	PLYNOMER	VS_B_KOTEL_K1_ZP	Množství ZP	VS_B_KOTEL_K1	1.1.2000	
24	12	PLYNOMER_F	VS_B_KOTEL_K1_ZP-F	Množství ZP z faktury	VS_B_KOTEL_K1	1.1.2000	
25	1	ADRESAR	VS_B_VS01	Výměník 01	VS_B_VYROBA	1.1.2000	
26	1	ADRESAR	VS_B_VS02	Výměník 02	VS_B_VYROBA	1.1.2000	
27	1	ADRESAR	VS_B_VS03	Výměník 03	VS_B_VYROBA	1.1.2000	
28	1	ADRESAR	VS_B_VS04	Výměník 04	VS_B_VYROBA	1.1.2000	
29	1	ADRESAR	VS_B_VS05	Výměník 05	VS_B_VYROBA	1.1.2000	
30	4	VODOMER	VS_B_VS01_HV	03 - Teplá voda	VS_B_VS01	1.1.2000	
31	4	VODOMER	VS_B_VS01_SV	04 - Doplnění	VS_B_VS01	1.1.2000	
32	3	KALORIMETR	VS_B_VS01_Q	01 - Teplo dodané	VS_B_VS01	1.1.2000	
33	6	ELEKTROMER	VS_B_VS01_EL	05 - Elektroměr	VS_B_VS01	1.1.2000	
34	6	ELEKTROMER	VS_B_OM1_ELMER11	Elektroměr	VS_B_VS01	1.1.2000	
35	3	KALORIMETR	VS_B_OM1_UT2	CALOR v.č.:2544554	VS_B_OM1	1.1.2000	
36	3	KALORIMETR	VS_B_VS01:Q-DIST	02 - Teplo distribuované	VS_B_VS01	1.1.2000	
37	6	ELEKTROMER	VS_B_VS1_ELMER	Elektroměr VS01	VS_B_VS01	1.1.2000	
38	6	ELEKTROMER	VS_B_VS2_ELMER	Elektroměr VS02	VS_B_VS02	1.1.2000	
39	4	VODOMER	VS_B_VS02_HV	03 - Teplá voda	VS_B_VS02	1.1.2000	
40	4	VODOMER	VS_B_VS02_SV	04 - Doplnění	VS_B_VS02	1.1.2000	
41	3	KALORIMETR	VS_B_VS02_Q	01 - Teplo dodané	VS_B_VS02	1.1.2000	
42	6	ELEKTROMER	VS_B_VS02_EL	05 - Elektroměr	VS_B_VS02	1.1.2000	
43	3	KALORIMETR	VS_B_VS02:Q-DIST	02 - Teplo distribuované	VS_B_VS02	1.1.2000	
44	6	ELEKTROMER	VS_B_OM3_ELMER2	Elektroměr	VS_B_OM3	1.1.2000	
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							

**Obrázek 43:** Vstupní list programu EXPERIMENT pro zakládání objektů.

Pro každý objekt existuje seznam vlastností, které daný objekt charakterizují. U měřidel to mohou být například vlastnosti: rozsah měřidla, koeficient měřidla, typ měřidla, výrobní číslo atd. Zadávat vlastnosti k objektům umožňuje tabulka "Vlastnosti", viz obrázek 44. Modře označený sloupec "B" je parametr povinný, sloupce označené oranžově, "F" a "H" mohou být sice prázdné, ale objekt by neměl přiřazené žádné vlastnosti. Žlutě označené sloupce se informativně doplňují přímo z databáze, pokud je objekt již založený přes list "Objekty".

EXPERIMENT.xlsm - Microsoft Excel										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	ID objektu	Kód objektu	Název	Typ	ID Vlastnosti	Kód vlastnosti	Vlastnost	Hodnota	Platnost od	Platnost do
65	35	VS01-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	KALORIMETR	3	JEDN	Jednotka	GJ		
66	35	VS01-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	KALORIMETR	4	KOEF	Koeficient	1		
67	35	VS01-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	KALORIMETR	5	OVERENIOD	Datum ověření od	2.1.2011		
68	29	VS01_HV	03 - Teplá voda	VODOMER	1	VYRCIS	Výrobní číslo	1211-25		
69	29	VS01_HV	03 - Teplá voda	VODOMER	2	ROZSAH	Rozsah	99999		
70	29	VS01_HV	03 - Teplá voda	VODOMER	3	JEDN	Jednotka	m3		
71	29	VS01_HV	03 - Teplá voda	VODOMER	4	KOEF	Koeficient	1		
72	30	VS01_SV	04 - Doplnění	VODOMER	1	VYRCIS	Výrobní číslo	12444		
73	30	VS01_SV	04 - Doplnění	VODOMER	2	ROZSAH	Rozsah	99999		
74	30	VS01_SV	04 - Doplnění	VODOMER	3	JEDN	Jednotka	m3		
75	30	VS01_SV	04 - Doplnění	VODOMER	4	KOEF	Koeficient	1		
76	40	VS02_Q	01 - Teplo dodané	KALORIMETR	1	VYRCIS	Výrobní číslo	125478		
77	40	VS02_Q	01 - Teplo dodané	KALORIMETR	2	ROZSAH	Rozsah	99999		
78	40	VS02_Q	01 - Teplo dodané	KALORIMETR	3	JEDN	Jednotka	GJ		
79	40	VS02_Q	01 - Teplo dodané	KALORIMETR	4	KOEF	Koeficient	1		
80	40	VS02_Q	01 - Teplo dodané	KALORIMETR	5	OVERENIOD	Datum ověření od	2.1.2011		
81	41	VS02_EL	05 - Elektroměr	ELEKTROMER	1	VYRCIS	Výrobní číslo	25544		
82	41	VS02_EL	05 - Elektroměr	ELEKTROMER	2	ROZSAH	Rozsah	99999		
83	41	VS02_EL	05 - Elektroměr	ELEKTROMER	3	JEDN	Jednotka	GJ		
84	41	VS02_EL	05 - Elektroměr	ELEKTROMER	4	KOEF	Koeficient	1		
85	41	VS02_EL	05 - Elektroměr	ELEKTROMER	5	OVERENIOD	Datum ověření od	2.1.2011		
86	42	VS02-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	KALORIMETR	1	VYRCIS	Výrobní číslo	124		
87	42	VS02-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	KALORIMETR	2	ROZSAH	Rozsah	99999		
88	42	VS02-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	KALORIMETR	3	JEDN	Jednotka	GJ		
89	42	VS02-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	KALORIMETR	4	KOEF	Koeficient	1		
90	42	VS02-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	KALORIMETR	5	OVERENIOD	Datum ověření od	2.1.2011		
91	38	VS02_HV	03 - Teplá voda	VODOMER	1	VYRCIS	Výrobní číslo	1211-25		
92	38	VS02_HV	03 - Teplá voda	VODOMER	2	ROZSAH	Rozsah	99999		
93	38	VS02_HV	03 - Teplá voda	VODOMER	3	JEDN	Jednotka	m3		
94	38	VS02_HV	03 - Teplá voda	VODOMER	4	KOEF	Koeficient	1		
95	39	VS02_SV	04 - Doplnění	VODOMER	1	VYRCIS	Výrobní číslo	12444		
96	39	VS02_SV	04 - Doplnění	VODOMER	2	ROZSAH	Rozsah	99999		
97	39	VS02_SV	04 - Doplnění	VODOMER	3	JEDN	Jednotka	m3		
98	39	VS02_SV	04 - Doplnění	VODOMER	4	KOEF	Koeficient	1		
99										
100										
101										
102										

**Obrázek 44:** Vstupní list pro zadávání vlastností k objektům.

Protože se u odlišných typů objektů sledují některé parametry, které jsou shodné, lze s výhodou použít tabulku "Číselník vlastností". V této tabulce si mohou vlastnosti vytvořit dopředu a následně se na ně odkazovat již jen kódem v tabulce "Vlastnosti". Tabulka "Číselník vlastností" je na obrázku 45.

EXPERIMENT.xlsm - Microsoft Excel				
	A	B	C	D
1	Typ objektu	ID Vlastnosti	Kód vlastnosti	Vlastnost
2	3	1	VYRCIS	Výrobní číslo
3	3	2	ROZSAH	Rozsah
4	3	3	JEDN	Jednotka
5	3	4	KOEF	Koeficient
6	3	5	OVERENIOD	Datum ověření od
7	3	6	OVERENIDO	Datum ověření do
8	3	7	POZN	Poznámka
9	6	1	VYRCIS	Výrobní číslo
10	6	2	ROZSAH	Rozsah
11	6	3	JEDN	Jednotka
12	6	4	KOEF	Koeficient
13	6	8	EAN	EAN
14	6	9	JISTIC	Jistič
15	6	10	FAZE	Fáze
16	6	5	OVERENIOD	Datum ověření od
17	6	6	OVERENIDO	Datum ověření do
18	6	7	POZN	Poznámka
19	4	1	VYRCIS	Výrobní číslo
20	4	2	ROZSAH	Rozsah
21	4	3	JEDN	Jednotka
22	4	4	KOEF	Koeficient
23	4	13	QN	Qn
24	4	14	DN	Dn
25	4	5	OVERENIOD	Datum ověření od
26	4	6	OVERENIDO	Datum ověření do
27	4	7	POZN	Poznámka
28	1	15	TP	Teoretický výkon
29	1	16	NU	Účinnost
30	2	17	SBYTY	Plocha byty
31	2	18	SNEBYTY	Plocha nebyty
32	3	19	POROD	Pořadí odečtu
33	4	19	POROD	Pořadí odečtu
34	6	19	POROD	Pořadí odečtu
35				
36				
37				

**Obrázek 45:** List sloužící pro zadávání vlastností do číselníku.

Na dalším obrázku 46 je vstupní list pro zadávání odečtů. Jedná se o list "Odečty stavů". Pro zadávání odečtů je potřeba mít založený objekt měřidla a u něj mít vyplněné povinné vlastnosti: rozsah a koeficient. Žlutě označené sloupce se nahrávají z databáze automaticky a slouží pouze jako informativní. Povinný je modře označený sloupec "B". Do něj se wpisuje kód měřidla, pro které se zadává odečet. Dále je potřeba zvolit datum odečtu, bilanční období příslušného odečtu a samotnou hodnotu odečtu. Pokud bychom zadávali odečty jen pro jedno měřidlo a už bychom u něj měli založený alespoň jeden odečet, pak můžeme s výhodou použít funkce filtru v Excelu. Můžeme si daný objekt vyfiltrovat a datum překopírovat z jiných zadaných odečtů. Práce se nám tím urychlí, protože nemusíme znova vypisovat údaje, které jsme již do listu jednou zapsali. Pokud bychom při zapisování odečtů udělali chybu, pak je třeba do sloupce "H" zapsat písmeno "A"<sup>31</sup> a opravit příslušný odečet.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	ID objektu	Kód objektu	datum	období	hodnota	Název objektu	NOTICE	Změna
182			31.12.2012	1.12.2012	140	02 - Teplo distribuované		
183			31.12.2011	1.12.2011	2541	03 - Teplá voda		
184			31.1.2012	1.1.2012	2600	03 - Teplá voda		
185			29.2.2012	1.2.2012	2841	03 - Teplá voda		
186			31.3.2012	1.3.2012	3010	03 - Teplá voda		
187			30.4.2012	1.4.2012	3120	03 - Teplá voda		
188			31.5.2012	1.5.2012	3250	03 - Teplá voda		
189			30.6.2012	1.6.2012	3380	03 - Teplá voda		
190			31.7.2012	1.7.2012	3498	03 - Teplá voda		
191			31.8.2012	1.8.2012	3601	03 - Teplá voda		
192			30.9.2012	1.9.2012	3771	03 - Teplá voda		
193			31.10.2012	1.10.2012	3865	03 - Teplá voda		
194			30.11.2012	1.11.2012	4001	03 - Teplá voda		
195			31.12.2012	1.12.2012	4100	03 - Teplá voda		
196			31.12.2011	1.12.2011	1102	04 - Doplnění		
197			31.1.2012	1.1.2012	1199	04 - Doplnění		
198			29.2.2012	1.2.2012	1259	04 - Doplnění		
199			31.3.2012	1.3.2012	1305	04 - Doplnění		
200			30.4.2012	1.4.2012	1411	04 - Doplnění		
201	39	VSB_VS02_SV	31.5.2012	1.5.2012	1499	04 - Doplnění		
202	39	VSB_VS02_SV	30.6.2012	1.6.2012	1568	04 - Doplnění		
203	39	VSB_VS02_SV	31.7.2012	1.7.2012	1654	04 - Doplnění		
204	39	VSB_VS02_SV	31.8.2012	1.8.2012	1788	04 - Doplnění		
205	39	VSB_VS02_SV	30.9.2012	1.9.2012	1844	04 - Doplnění		
206	39	VSB_VS02_SV	31.10.2012	1.10.2012	1945	04 - Doplnění		
207	39	VSB_VS02_SV	30.11.2012	1.11.2012	2010	04 - Doplnění		
208	39	VSB_VS02_SV	31.12.2012	1.12.2012	2111	04 - Doplnění		
209								
210								
211								
212								
213								
214								
215								

**Obrázek 46:** List pro zadávání nových odečtů.

U některých objektů nemusíme mít namontované fyzicky měřidlo, nebo má měřidlo ve vlastnictví jiná společnost a podává informaci dodavateli jen ve spotřebách. Pro zadávání hodnot spotřeb, bez informací o měřidle slouží list "Zadávání spotřeb", viz obrázek 47. Do sloupce "B" se zadává kód objektu<sup>32</sup>, do sloupců "D" až "F" časové informace o dané spotřebě a do sloupce "G" samotná spotřeba.

<sup>31</sup> Sloupec "H" je nazvaný "Změna". Určuje, zda se odečet změnil nebo ne. Pokud je sloupec prázdný, pak ke změně nedošlo. Pokud je v něm hodnota "A", reprezentující slovo ANO, pak systém očekává změnu údaje o odečtu.

<sup>32</sup> I když o měřidle nemusíme mít žádné informace, přesto musíme přes list "Objekty" toto měřidlo založit. Nemusíme však zakládat jeho povinné vlastnosti, jako je rozsah a koeficient.

EXPERIMENT.xlsm - Microsoft Excel										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	ID objektu	Kód objektu	Název objektu	Období	Odečet od	Odečet do	Spotřeba	Jednotka	Způsob zápisu	Smazat spotřebu
1										
2	23	VSB_KOTEL_K1_ZP-F	Množství ZP z faktury	1.12.2011	4.12.2011	9.12.2011	120	m3	SPOTŘEBA	
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										

**Obrázek 47:** List pro zadávání spotřeb.

Možnost opravit spotřebu, bez opravy odečtu, umožňuje list "Spotřeby", viz obrázek 48. Pro změnu hodnoty spotřeby je nutné do sloupce "L", nazvaném "Smazat spotřebu" zadat hodnotu "A" a poté v příslušném řádku opravit celkovou spotřebu na měřidle. Data se do listu stahují z databáze automaticky při jeho aktivaci.

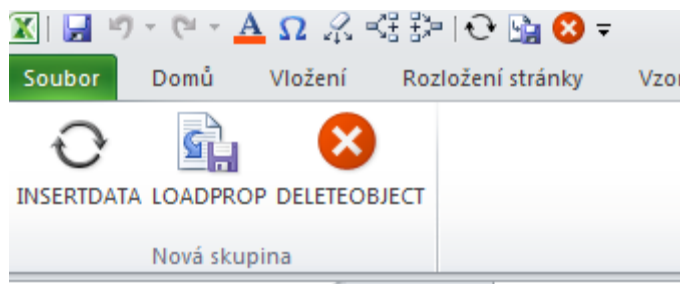
EXPERIMENT.xlsm - Microsoft Excel												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	ID objektu	Kód objektu	Název objektu	Období	Odečet od	Odečet do	Rozsah	Koeficient	Spotřeba	Jednotka	Způsob zápisu	Smazat spotřebu
152	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	29.2.2012	31.1.2012	29.2.2012	1	99999	5	GJ	ODEČTEM	
153	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	31.3.2012	29.2.2012	31.3.2012	1	99999	7	GJ	ODEČTEM	
154	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	30.4.2012	31.3.2012	30.4.2012	1	99999	10	GJ	ODEČTEM	
155	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	31.5.2012	30.4.2012	31.5.2012	1	99999	12	GJ	ODEČTEM	
156	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	30.6.2012	31.5.2012	30.6.2012	1	99999	11	GJ	ODEČTEM	
157	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	31.7.2012	30.6.2012	31.7.2012	1	99999	10	GJ	ODEČTEM	
158	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	31.8.2012	31.7.2012	31.8.2012	1	99999	7	GJ	ODEČTEM	
159	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	30.9.2012	31.8.2012	30.9.2012	1	99999	9	GJ	ODEČTEM	
160	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	31.10.2012	30.9.2012	31.10.2012	1	99999	8	GJ	ODEČTEM	
161	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	30.11.2012	31.10.2012	30.11.2012	1	99999	10	GJ	ODEČTEM	
162	40	VSB_V502_Q	01 - Teplo dodané	31.12.2012	30.11.2012	31.12.2012	1	99999	3	GJ	ODEČTEM	
163	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	31.1.2012	31.12.2011	31.1.2012	1	99999	16	GJ	ODEČTEM	
164	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	29.2.2012	31.1.2012	29.2.2012	1	99999	56	GJ	ODEČTEM	
165	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	31.3.2012	29.2.2012	31.3.2012	1	99999	74	GJ	ODEČTEM	
166	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	30.4.2012	31.3.2012	30.4.2012	1	99999	12	GJ	ODEČTEM	
167	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	31.5.2012	30.4.2012	31.5.2012	1	99999	48	GJ	ODEČTEM	
168	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	30.6.2012	31.5.2012	30.6.2012	1	99999	87	GJ	ODEČTEM	
169	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	31.7.2012	30.6.2012	31.7.2012	1	99999	106	GJ	ODEČTEM	
170	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	31.8.2012	31.7.2012	31.8.2012	1	99999	103	GJ	ODEČTEM	
171	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	30.9.2012	31.8.2012	30.9.2012	1	99999	106	GJ	ODEČTEM	
172	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	31.10.2012	30.9.2012	31.10.2012	1	99999	60	GJ	ODEČTEM	
173	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	30.11.2012	31.10.2012	30.11.2012	1	99999	120	GJ	ODEČTEM	
174	41	VSB_V502_EL	05 - Elektroměr	31.12.2012	30.11.2012	31.12.2012	1	99999	80	GJ	ODEČTEM	
175	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	31.1.2012	31.12.2011	31.1.2012	1	99999	10	GJ	ODEČTEM	
176	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	29.2.2012	31.1.2012	29.2.2012	1	99999	6	GJ	ODEČTEM	
177	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	31.3.2012	29.2.2012	31.3.2012	1	99999	8	GJ	ODEČTEM	
178	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	30.4.2012	31.3.2012	30.4.2012	1	99999	6	GJ	ODEČTEM	
179	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	31.5.2012	30.4.2012	31.5.2012	1	99999	4	GJ	ODEČTEM	
180	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	30.6.2012	31.5.2012	30.6.2012	1	99999	9	GJ	ODEČTEM	
181	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	31.7.2012	30.6.2012	31.7.2012	1	99999	10	GJ	ODEČTEM	
182	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	31.8.2012	31.7.2012	31.8.2012	1	99999	10	GJ	ODEČTEM	
183	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	30.9.2012	31.8.2012	30.9.2012	1	99999	6	GJ	ODEČTEM	
184	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	31.10.2012	30.9.2012	31.10.2012	1	99999	7	GJ	ODEČTEM	
185	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	30.11.2012	31.10.2012	30.11.2012	1	99999	19	GJ	ODEČTEM	
186	42	VSB_V502-Q-DIST	02 - Teplo distribuované	31.12.2012	30.11.2012	31.12.2012	1	99999	20	GJ	ODEČTEM	
187												
188												

**Obrázek 48:** List pro výpis a úpravu existujících spotřeb.

V programu máme k dispozici tyto ovládací prvky, viz obrázek 49:

- INSERTDATA – vloží data ze všech tabulek do databáze,
- LOADPROP – vloží do databáze vlastností objektů a načte je do listu "Vlastnosti",
- DELETEOBJECT – vymaže z databáze zvolený objekt na listu "Evidence objektů".

Tyto ovládací prvky jsou umístěny ve zvláštní skupině s názvem EXPERIMENT a na panelu rychlé volby. Při vkládání dat do databáze se vyhledávají a ukládají pouze změny od dat již v databázi uložených. Není tedy nutné listy neustále mazat od záznamů již uložených.



**Obrázek 49:** Ovládací prvky programu EXPERIMENT.

## Výstupní sestavy

Sestava, která vypisuje všechny založené objekty v databázi, je umístěná na listu "Evidence objektů". Ta také umožňuje objekty mazat. A to tak, že se v příslušném řádku reprezentující daný objekt napíše do sloupce "F" písmeno "A" a klikne se na červené ovládací tlačítko "DELETEOBJECT". Po stisknutí, se list objektů znova načte s aktuálními daty. Viz obrázek 50.

	A	B	C	D	E	F
	Typ	Kód objektu	Název objektu	Platnost od	Platnost do	Smazat objekt
1						
2	ADRESAR	VSΒ_VYROBA	VYROBA	1.1.2000		
3	ADRESAR	VSΒ_ROZVOD	ROZVOD	1.1.2000		
4	ADRESAR	VSΒ_KOTELNA	Kotelna	1.1.2000		
5	ADRESAR	VSΒ_VS01	Výměník 01	1.1.2000		
6	ADRESAR	VSΒ_VS02	Výměník 02	1.1.2000		
7	ADRESAR	VSΒ_VS03	Výměník 03	1.1.2000		
8	ADRESAR	VSΒ_VS04	Výměník 04	1.1.2000		
9	ADRESAR	VSΒ_VS05	Výměník 05	1.1.2000		
10	OM	VSΒ_OM1	Anenská	1.1.2000		
11	OM	VSΒ_OM2	Ostravská 24	1.1.2000		
12	KALORIMETR	VSΒ_OM1_UT	CALOR v.č.: 11111	1.1.2000		
13	KALORIMETR	VSΒ_OM2_UT1	Měřidlo ÚT	1.1.2000		
14	KALORIMETR	VSΒ_OM2_UT2	Měřidlo ÚT	1.1.2000		
15	KALORIMETR	VSΒ_OM1_UT2	CALOR v.č.:2544554	1.1.2000		
16	KALORIMETR	VSΒ_VS01_UT	03. Tepla distribuce	1.1.2000		

**Obrázek 50:** List evidence všech objektů založených v databázi s možností mazání objektů.

Pro rychlý přístup k informacím o všech měřidlech, které jsou uloženy v databázi, slouží list "Evidence měřidel", viz obrázek 51. Na tomto listu se zobrazuje typ měřidla (sloupec "A"), kód měřidla, název měřidla a jeho vlastnosti, jako je například výrobní číslo<sup>33</sup>. Pro přehlednost jsou různé typy měřidel barevně odlišeny.

<sup>33</sup> Pokud bychom chtěli rychle najít měřidlo s hledaným výrobním číslem, pak můžeme využít funkce Excelu a jeho filtru. U funkce filtru možné ihned zadat hledanou hodnotu a tak si měřidlo rychle najít.

EXPERIMENT.xlsx - Microsoft Excel

Typ měřidla	Kód měřidla	Název měřidla	Vlastnost	Hodnota
PRUTOKOMER	VS_B_KOTEL_K1_V	Množství páry	Výrobní číslo	
PRUTOKOMER	VS_B_KOTEL_K1_V	Množství páry	Rozsah	
PRUTOKOMER	VS_B_KOTEL_K1_V	Množství páry	Jednotka	
PLYNOMER	VS_B_KOTEL_K1_ZP	Množství ZP	Výrobní číslo	
PLYNOMER	VS_B_KOTEL_K1_ZP	Množství ZP	Rozsah	
PLYNOMER	VS_B_KOTEL_K1_ZP	Množství ZP	Jednotka	
ELEKTROMER	VS_B_OM1_ELMER	Elektroměr	Výrobní číslo	
ELEKTROMER	VS_B_OM1_ELMER	Elektroměr	Rozsah	
ELEKTROMER	VS_B_OM1_ELMER	Elektroměr	Jednotka	
ELEKTROMER	VS_B_OM1_ELMER	Elektroměr	Koeficient	
ELEKTROMER	VS_B_OM1_ELMER	Elektroměr	Datum ověření od	
VODOMER	VS_B_OM1_SV	Měřidlo studené vody	Výrobní číslo	
VODOMER	VS_B_OM1_SV	Měřidlo studené vody	Rozsah	
VODOMER	VS_B_OM1_SV	Měřidlo studené vody	Jednotka	
VODOMER	VS_B_OM1_SV	Měřidlo studené vody	Koeficient	
VODOMER	VS_B_OM1_SV	Měřidlo studené vody	Datum ověření od	
VODOMER	VS_B_OM1_TV	Měřidlo teplé vody	Výrobní číslo	
VODOMER	VS_B_OM1_TV	Měřidlo teplé vody	Rozsah	
VODOMER	VS_B_OM1_TV	Měřidlo teplé vody	Jednotka	
VODOMER	VS_B_OM1_TV	Měřidlo teplé vody	Koeficient	
VODOMER	VS_B_OM1_TV	Měřidlo teplé vody	Datum ověření od	
KALORIMETR	VS_B_OM1_UT	CALOR v.č.: 11111	Výrobní číslo	2547900
KALORIMETR	VS_B_OM1_UT	CALOR v.č.: 11111	Rozsah	9999
KALORIMETR	VS_B_OM1_UT	CALOR v.č.: 11111	Jednotka	GJ
KALORIMETR	VS_B_OM1_UT	CALOR v.č.: 11111	Koeficient	1
KALORIMETR	VS_B_OM1_UT	CALOR v.č.: 11111	Datum ověření od	12.8.2011
ELEKTROMER	VS_B_OM2_ELMER	Elektroměr 1	Výrobní číslo	32222
ELEKTROMER	VS_B_OM2_ELMER	Elektroměr 1	Rozsah	99999
ELEKTROMER	VS_B_OM2_ELMER	Elektroměr 1	Jednotka	kWh
ELEKTROMER	VS_B_OM2_ELMER	Elektroměr 1	Koeficient	1
ELEKTROMER	VS_B_OM2_ELMER	Elektroměr 1	Datum ověření od	20.5.2011
ELEKTROMER	VS_B_OM2_ELMER2	Elektroměr	Výrobní číslo	25484
ELEKTROMER	VS_B_OM2_ELMER2	Elektroměr	Rozsah	99999
ELEKTROMER	VS_B_OM2_ELMER2	Elektroměr	Jednotka	kWh
ELEKTROMER	VS_B_OM2_ELMER2	Elektroměr	Koeficient	1
ELEKTROMER	VS_B_OM2_ELMER2	Elektroměr	Datum ověření od	1.1.2012
VODOMER	VS_B_OM2_SV	Měřidlo studené vody 45	Výrobní číslo	254588
VODOMER	VS_B_OM2_SV	Měřidlo studené vody 45	Rozsah	99999
VODOMER	VS_B_OM2_SV	Měřidlo studené vody 45	Jednotka	m3
VODOMER	VS_B_OM2_SV	Měřidlo studené vody 45	Koeficient	1
VODOMER	VS_B_OM2_SV	Měřidlo studené vody 45	Datum ověření od	

Seřadit od A do Z

Seřadit od Z do A

Seřadit podle barvy

Vymazat filtr z Hodnota

Filtrovat podle barvy

Filtrovat textu

Hledání

2547900

25484

25444

32222

54222

542232

544512

5451

655484

9999

OK

Storno

**Obrázek 51:** List evidence měřidel s ukázkou použití filtru.

Informace týkající se spotřeb u odběrných míst, neboli to, co bylo do sítě distribuováno, nám přehledně zobrazuje list "Distribuční síť". Na tomto listu se zobrazují ty objekty, které mají nadřazený objekt "ROZVOD"<sup>34</sup>. Seskupováním objektů podle měřidel na odběrných místech pomocí ovládacích prvků v levé části obrazovky, viz obrázek 52, si můžeme vybrat jen ta měřidla, která v danou chvíli potřebujeme. Můžeme zde také rychle vyčíst součty spotřeb pro jednotlivá měřidla za dané období. V pravé části obrazovky jsou data zobrazeny pomocí grafů. Tak lze na první pohled ověřit správnost zadaných odečtů<sup>35</sup>. Podobný výpis, ale tentokrát týkající se výroby, lze najít na listu "Výroba", viz obrázek 53.

<sup>34</sup> Nemusí to být "přímý nadřazený". Například vodoměr má nadřazený objekt odběrné místo, to může mít nadřazený objekt lokalitu a až lokalita má nadřazený objekt "ROZVOD".

<sup>35</sup> Samozřejmě jen v případě opravdu velké odchylky. Například při zadání jedné cifry navíc do tabulky odečtů.



EXPERIMENT.xlsm - Microsoft Excel									
	Odběrné místo	Kód OM	Měřidlo	Kód měřidla	Typ	Bilanční období	Spotřeba	Jednotka	Spotřeba
+	Anenská		Elektroměr	VSB_OM1_ELIMER Celkem			1120	kWh	
+	Anenská		Měřidlo studené vody	VSB_OM1_SV Celkem			3200	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	01/12	110	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	02/12	95	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	03/12	106	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	04/12	91	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	05/12	97	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	06/12	106	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	07/12	130	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	08/12	107	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	09/12	63	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	10/12	95	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	11/12	99	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV	4	12/12	106	m <sup>3</sup>	
-	Anenská		Měřidlo teplé vody	VSB_OM1_TV Celkem			1205	m <sup>3</sup>	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	01/12	100	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	02/12	80	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	03/12	50	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	04/12	50	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	05/12	20	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	06/12	10	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	07/12	0	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	08/12	80	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	09/12	90	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	10/12	110	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	11/12	110	GJ	
•	Anenská	VSB_OM1	CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT	3	12/12	150	GJ	
-	Anenská		CALOR v.č.: 11111	VSB_OM1_UT Celkem			850	GJ	
+	Ostravská 24		Elektroměr 1	VSB_OM2_ELIMER Celkem			238	kWh	
+	Ostravská 24		Elektroměr	VSB_OM2_ELIMER2 Celkem			100020	kWh	
+	Ostravská 24		Měřidlo studené vody 45	VSB_OM2_SV Celkem			2150	m <sup>3</sup>	
+	Ostravská 24		Měřidlo teplé vody	VSB_OM2_TV Celkem			108331	m <sup>3</sup>	

**Obrázek 52:** List "Distribuční síť" zobrazující numerické i grafické informace o distribuční síti.

EXPERIMENT.xlsm - Microsoft Excel									
	Lokalita	Kód lokality	Měřidlo	Kód	Typ	Bilanční období	Spotřeba	Jednotka	Spotřeba
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	01/12	25	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	02/12	10	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	03/12	6	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	04/12	8	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	05/12	6	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	06/12	4	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	07/12	9	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	08/12	10	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	09/12	10	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	10/12	6	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	11/12	7	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST	3	12/12	19	GJ	
-	Výměník 01		02 - Teplo distribuované	VSB_VS01:Q-DIST Celkem			120	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	01/12	16	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	02/12	56	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	03/12	74	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	04/12	12	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	05/12	48	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	06/12	87	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	07/12	106	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	08/12	103	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	09/12	106	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	10/12	60	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	11/12	120	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL	6	12/12	80	GJ	
-	Výměník 01		05 - Elektroměr	VSB_VS01_EL Celkem			868	GJ	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	01/12	59	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	02/12	241	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	03/12	169	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	04/12	110	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	05/12	130	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	06/12	130	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	07/12	118	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	08/12	103	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	09/12	170	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	10/12	94	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	11/12	136	m <sup>3</sup>	
•	Výměník 01	VSB_VS01	03 - Teplá voda	VSB_VS01_HV	4	12/12	99	m <sup>3</sup>	

**Obrázek 53:** List "Výroba" zobrazující numerické i grafické informace o měřicích místech ve výrobě.

## Sestavy na míru společnosti

Jak již bylo dříve uvedeno v kapitole 6, je prakticky nemožné vyrábět výstupní sestavy obecně pro všechny podniky stejné. Níže je zobrazeno několik návrhů, které by mohl navržený fiktivní malý podnik potřebovat. Funkční výstupní sestava pro jednu výměňíkovou stanici je na obrázek 54 a je také součástí elektronické přílohy "Bilance výměníků.xlsm". Po standardním spuštění excelového souboru "Bilance výměníků.xlsm", se zobrazí dialogová tabulka očekávající zvolení roku. Po stisknutí tlačítka "OK" se data načtou z databáze do listu. Součty za rok jsou vypočítány vzorcem v Excelu jakou suma celého řádku. Ztráty se pak počítají jako teplo dodané vydělené teplem distribuovaným a vynásobené stem. Pro větší přehlednost je



pomocí podmíněného formátování vybarvena hodnota ztráty tepla menší než nula<sup>36</sup>. Návrhy pro bilanci kotleny a rozvodu jsou po řadě v přílohách 1 a 2.

		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Celkem
<b>2012</b>														
<b>VS 01 - Ostravska</b>														
Teplo dodané	GJ	10	5	7	10	12	11	10	7	9	8	10	3	102
Teplo distribuované	GJ	25	10	6	8	6	4	9	10	10	6	7	19	120
Množství vody	m3	59	241	169	110	130	130	118	103	170	94	136	99	1559
Doplňování	m3	97	60	46	106				134	56	101	65	101	1009
Elektrická energie spotřeba	kWh	16	56	74	12				103	106	60	120	80	868
Ztráty	%	-1,50	-1,00	0,14	0,20				-0,43	-0,11	0,25	0,30	-5,33	-0,18

**Obrázek 54:** Sestava na míru společnosti pro bilanci výměníků.

<sup>36</sup> Pokud by byla hodnota ztráty menší než nula, pak je potřeba ověřit správnost měření.

## 8 Závěr

Návrh a vývoj nového informačního systému je velmi komplikovanou záležitostí. Zahrnuje v sobě nejen programátorský um, ale také analytické myšlení a schopnost vybírat ta nejvhodnější řešení a často zahazovat řešení někdy sice použitelná, ale značně komplikovaná. Je také třeba velmi pružně reagovat na potřeby koncových zákazníků. Jedním z předpokladů pro úspěšný systém je jeho snadné ovládání a přehlednost. Mnohdy se stává, že si zákazník vybere raději systém, se kterým se mu lépe pracuje, a který se rychleji naučí, než systém, který sice zvládne všechno, nač si uživatel vzpomene, ale je těžkopádný, složitý na pochopení a pomalý.

Poměrně běžně se při prezentaci různých systémů vytvořených v různých programovacích jazycích setkávám s otázkami typu: "Lze ten výpis, který vidím na obrazovce vyexportovat do Excelu?", nebo "Mám zde evidenci měřidel v Excelu, lze to hromadně nahrát do vašeho systému?". Výše uvedené mě vedlo k tomu, použít MS Excel jako uživatelské pracovní prostředí. Předpokládám, že uživatel je již s prací v MS Excel obeznámen, a tedy není třeba již dalšího zaškolení. Také pro uživatele to bude pohodlné a známé pracovní prostředí.

Použití samotného MS Excelu, jakožto evidenčního systému má však několik nedostatků. Mezi nejzásadnější problémy patří množství dat, které je možné bezpečně uložit. MS Excel 2010 sice umožňuje mít na jednom pracovním listě vyplněno až milión řádků, ale představte si práci s takovýmto souborem. Rozkouskování do více listů je do jisté míry řešením. Tím ale vznikají návaznosti na jednotlivé listy, zmenšuje se přehlednost a obvykle se stejná data musí zapisovat znovu. Tím dochází k redundanci a nekonzistenci dat. Dalším problémem je zabezpečení dat. MS Excel sice umožňuje zabezpečení dat jednak zamčením buněk a ochranou celého sešitu heslem, nicméně MS Excel nikdy nebyl vydáván jako neprolomitelný bezpečný systém. Většinou je potřeba ukládat historické data, ta uschovat a zaheslovat. Jednou z možností, v případě použití MS Excelu, je data rozkouskovat na jednotlivé části a ty zvlášť ukládat do jednotlivých souborů. Tyto soubory pak uložit na CD, nebo DVD a bezpečně uschovat. Ztrácíme tím ale možnost rychle se k těmto datům dostat, a tím také ztrácíme jednu z hlavních výhod použití výpočetní techniky – okamžitý přístup k datům. Nehledě také nato, že rozkouskování dat nám může způsobit nemalé problémy s návazností dat.

Jako relativně levné a spolehlivé řešení, jak lze data uschovávat a zabezpečit, je použití databázového systému. Všechna data můžeme mít v databázi umístěna na jednom místě a mít k nim okamžitý přístup. Běžný uživatel se nemusí starat ani o jejich zabezpečení, protože zodpovědnost za data je přidělena databázovému specialistovi. Při správném návrhu databázové struktury jsou data v databázi umístěna jen jednou. Šetří se jednak místem a zároveň se minimalizuje chybovost, protože nedochází k redundanci a nekonzistenci dat.

U výběru systému hraje velmi důležitou roli jeho cena. Vždy je třeba brát v úvahu použitelnost systému s ohledem na jeho cenu. U velkých systémů vytvořených pro velké společnosti se cena za takovýto systém pohybuje v řádech miliónů korun. Do toho je třeba započítat i cenu za provoz a servis systému. Je zřejmé, že malý podnik by si takové částky nemohl dovolit.

V této diplomové práci jsem si dal za úkol vytvořit jednoduchý evidenční systém použitelný pro malý podnik tak, aby náklady na jeho pořízení a provoz byly co nejnižší. Využil jsem prostředí MS Excel 2010 a databázový systém MS SQL server express R2, který je k dispozici zdarma. Komunikaci mezi MS Excelem a databázovým systémem zajišťuje jazyk VBA.

Navržené řešení splňuje požadavky pro evidenci distribuční sítě a výroby, měřidel, měřicích míst a jejich vlastností. Umožňuje přehledně a rychle zakládat nové objekty s časovou platností a mazat a ukončovat časovou platnost objektů. Tak je možné mít přehled objektů vždy aktuální. Systém také umožňuje zadávání koncových stavů u měřidel s následným výpočtem spotřeby s ohledem na přetočení měřidla a jejich grafické a numerické zobrazení. Dále je vytvořena sestava pro bilanci výměníků, s vyplněnými daty pro rok 2012 u jednoho z výměníků. List je umístěn v příloze 1. V dalších přílohách 2 a 3 jsou návrhy výstupních sestav na míru společnosti.

Pro komerční nasazení produktu by bylo potřeba rozsáhlé testování aplikace. Omezení přístupu k jednotlivým buňkám, které mají zásadní vliv na chod programu. Také by bylo potřeba vyřešit přihlašování jednotlivých uživatelů do aplikace a sledování jejich činnosti v programu. Měla by být zdokonalena funkcionality výměny měřidel a možnost zobrazovat distribuční síť a výrobu podle zadaného období. Výše uvedené však nebylo součástí zadání diplomové práce.

## 9 Použitá literatura

- [1] Lucie BORKOVCOVÁ, Bakalářská práce, *Energie a EU – Základní problémy a možnosti řešení*, Masarykova univerzita, Brno, 2010
- [2] Bc. Jitka Hofbauerová, Magisterská práce, *Energetický mix střeoevropského regionu s důrazem na ČR a perspektivy spolupráce*, Masarykova univerzita, Brno, 2011
- [3] Internetový zdroj: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>, srpen 2012
- [4] Hana LUPTOVSKÁ, *District heating and cooling*, str. 63-78, 2009
- [5] Internetový zdroj: <http://www.ekologie-energie.cz/>, srpen 2012
- [6] Internetový zdroj: [http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/4/energie\\_biomasy.html](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/4/energie_biomasy.html), srpen 2012
- [7] Internetový zdroj: <http://www.csve.cz/clanky/detail/35>, srpen 2012
- [8] Internetový zdroj: <http://www.cez.cz/cs/uvod.html>, srpen 2012
- [9] Internetový zdroj: [http://www.mzp.cz/cz/geotermalni\\_energie](http://www.mzp.cz/cz/geotermalni_energie), srpen 2012
- [10] Michal ŠTĚPÁN, Bakalářská práce, *Současné trendy ve fyzikálních analýzách rychlých reaktorů*, prosinec 2009
- [11] Iva KOSKOVÁ, Perspektiva diverzifikace zdrojů zemního plynu v Evropské unii, Vysoká škola ekonomická v Praze, Praha, 2011
- [12] Internetový zdroj: <http://energetika.tzb-info.cz/energeticka-politika/7240-obnovitelne-zdroje-indikativni-cil-8-elektřiny-v-roce-2010-splnen>, srpen 2012
- [13] Internetový zdroj: <http://www.nazeleno.cz/merna-potreba-tepla-na-vytapeni.dic>, srpen 2012
- [14] Interní dokument ČEZ, ČEZ\_ME\_0674r01, *Energetická bilance elektřiny a tepla ve výrobnách*, 2011
- [15] Internetový zdroj: [www.distep.cz](http://www.distep.cz), srpen 2012
- [16] Internetový zdroj: <http://www.tzb-info.cz/2912-kogenerace-kombinovana-vyroba-elektrické-energie-a-tepla-i>, srpen 2012
- [17] Internetový zdroj: <http://www.microsoft.com/cze/sqlserver2008/produkt/edice/edice-r2.aspx>, srpen 2012
- [18] Internetový zdroj: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Dom%C3%A9na\\_Windows](http://cs.wikipedia.org/wiki/Dom%C3%A9na_Windows), srpen 2012
- [19] Doc. RNDr. Ing. Miloš ŠEDA, Ph.D.: *Databázové systémy*, skriptum, VUT, Brno, 2002
- [20] Robert VIEIRA, *SQL server 2000 programujeme profesionálně*, Computer Press, Praha, 2001
- [21] Orryn SLEDGE, *Microsoft SQL server 7.0*, str. 40 - 74, UNIS Publishing, březen 2000
- [22] Luboslav LACKO, *Oracle – Správa, programování a použití databázového systému*, Computer Press, Praha, 2002
- [23] Milan ŠIMŮNEK, *SQL kompletní kapesní průvodce*, GRADA Publishing, 1999
- [24] Internetový zdroj: <http://pcworld.cz/archiv/historie-sql-17391>, srpen 2012
- [25] John WALKENBACH, *Excel 2000 a programování ve VBA*, Computer Press, Praha, 1999
- [26] John WALKENBACH, *Excel 2007 a programování ve VBA*, Computer Press, Praha, 2008
- [27] John WALKENBACH, *Excel 2007 VBA programming for Dummies*, Willey Publishing, Indiana, 2007
- [28] Mark DODGE, Craig STINSON, *Mistrovství v MS Excel 2007*, Computer Press, Praha, 2008
- [29] Teplárenské dny Praha, 2012, *TID – prezentace*
- [30] Teplárenské dny Ostrava, 2011, *eSADA - prezentace*
- [31] Internetový zdroj: <http://www.datex.cz/>, srpen 2012
- [32] Internetový zdroj: [http://www.vyteza.cz/?page=ke\\_stazeni](http://www.vyteza.cz/?page=ke_stazeni), srpen 2012